

KONINKRIJK DER



NEDERLANDEN

# OCTROOIRAAD

Hierbij wordt verklaard, dat in Nederland op 13 februari 1990  
onder nummer 9000338, ten name van:

N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN

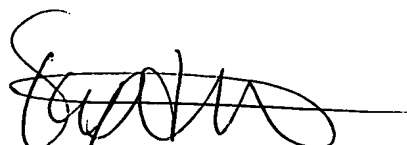
te Eindhoven

een aanvraag om octrooi werd ingediend voor:

"Digitaal transmissiesysteem, zender en ontvanger te gebruiken  
in het transmissiesysteem en registratiedrager verkregen met de  
zender in de vorm van een optekeninrichting",  
en dat de hieraan gehechte stukken overeenstemmen met de  
oorspronkelijk ingediende stukken.

Rijswijk, 9 mei 1990.

Namens de Voorzitter van de Octrooiraad,



(P.R.T.F. Tupan)

PHN 13241

07/532462

#5

N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken te Eindhoven.

Digitaal transmissiesysteem, zender en ontvanger te gebruiken in het transmissiesysteem en registratiedrager verkregen met de zender in de vorm van een optekeninrichting.

De uitvinding heeft betrekking op een digitaal transmissiesysteem met een zender en een ontvanger, voor het verzenden via een transmissiemedium, en ontvangen van, een breedbandige digitaal signaal met een zekere bemonsterfrequentie  $F_s$ , bij voorbeeld een

5 digitaal audiosignaal, waarbij de zender is voorzien van een ingangsklem voor het ontvangen van het breedbandige digitale signaal, welke ingangsklem is gekoppeld met een ingang van een tot de zender behorende signaalbron die is ingericht voor het genereren en aan een uitgang toevoeren van een tweede digitaal signaal, dat is opgebouwd uit op

10 elkaar volgende frames waarbij elke frame is opgebouwd uit een aantal informatiepakketten, elk informatiepakket bevattende  $N$  bits waarbij  $N$  groter is dan 1, waarbij de ontvanger is voorzien van een decoder met een ingang voor het ontvangen van het tweede digitale signaal, welke decoder is voorzien van een uitgang die is gekoppeld met een

15 uitgangsklem voor het afgeven van het breedbandige digitale signaal. De uitvinding heeft eveneens betrekking op een zender en een ontvanger te gebruiken in het transmissiesysteem, een zender in de vorm van een inrichting voor het optekenen van het tweede digitale signaal in een spoor op een registratiedrager, een registratiedrager, verkregen met de

20 zender, en een ontvanger in de vorm van een inrichting voor het uitlezen van het tweede digitale signaal uit het spoor op de registratiedrager. Een transmissiesysteem van de in de aanhef genoemde soort, is bekend uit het artikel "The Critical Band Coder — Digital Encoding of Speech signals based on the Percentual requirements of the Auditory System" van

25 M.E. Krasner in Proc. IEEE ICASSP 80, Vol 1, pp 327.331, April 9-11, 1980. Het betreft hier weliswaar een transmissie-systeem waarbij in de zender gebruik gemaakt wordt van een subband kodeersysteem en in de ontvanger een daarmee korresponderend subband decodeersysteem, de uitvinding is echter niet tot een dergelijk kodeersysteem beperkt, zoals

30 later zal blijken.

In het uit de voornoemde publikatie bekende systeem is gebruik gemaakt van een opdeling van de spraaksignaalband in een aantal

9000338

subbanden, waarvan de bandbreedten bij benadering corresponderen met de bandbreedten van de kritieke banden van het menselijk oor in de respectieve frequentiegebieden (vergelijk Figuur 2 in het artikel van Krasner). Deze opdeling is gekozen omdat op grond van psycho-akoestische experimenten verwacht mag worden dat de kwantiseringsruis in een dergelijk subband optimaal gemaskeerd zal worden door de signalen in deze subband, wanneer bij de kwantisering rekening wordt gehouden met de ruis-maskeringskromme van het menselijk oor (deze kromme geeft de drempelwaarde voor het maskeren van ruis in een kritieke band door een enkele toon in het midden van de kritieke band, vergelijk Figuur 3 in het artikel van Krasner).

In het geval van een digitaal muzieksignaal van hoge kwaliteit, dat overeenkomstig de Compact Disc standaard wordt gerepresenteerd met 16 bits per signaalmonster bij een bemonsterfrequentie  $1/T = 44,1$  kHz, blijkt dat de toepassing van deze bekende sub-band codering met een geschikt gekozen bandbreedte en een geschikt gekozen kwantisering voor de respectieve sub-banden resulteert in gekwantiseerde uitgangssignalen van de coder die met een gemiddeld aantal van ongeveer 2,5 bits per signaalmonster kunnen worden gepresenteerd, terwijl de kwaliteit van de replica van het muzieksignaal niet waarneembaar verschilt van die van het originele muzieksignaal in vrijwel alle passages van vrijwel alle soorten muzieksignalen.

De subbanden hoeven niet noodzakelijkerwijs te corresponderen met de bandbreedten van de kritieke banden van het menselijke oor. Het is ook wel mogelijk dat de subbanden een andere bandbreedte hebben, bijvoorbeeld allemaal dezelfde bandbreedte, mits men bij de bepaling van de maskeringsdrempel hiermee rekening houdt.

De uitvinding beoogt nu een aantal maatregelen te verschaffen voor het transmissiesysteem, waarbij het in het bijzonder gaat om een heel specifieke keuze voor het formaat waarmee het digitale breedbandige signaal, na omzetting tot het tweede digitale signaal, via het transmissiemedium kan worden verzonden, zodanig dat een flexibel en min of meer universeel bruikbaar transmissiesysteem wordt verkregen. Daarmee wordt bedoeld dat de zender in staat is breedbandige digitale signalen van verschillende formaten (deze formaten onderscheiden zich onder andere door de bemonsteringsfrequentie  $F_s$  van het breedbandige digitale signaal, die verschillende waarden kan hebben, zoals 32 kHz,

44,1 kHz en 48 kHz, zoals in de digitale audio interface standaard van de AES en de EBU is vastgelegd) om te zetten naar het tweede digitale signaal. Evenzo is de ontvanger in staat uit dit tweede digitaal signaal dan weer het juiste formaat breedbandige signaal af te leiden. Het

- 5 transmissiesysteem volgens de uitvinding heeft daartoe het kenmerk, dat, indien P in de formule

$$P = \frac{BR}{N} \times \frac{n_s}{F_s}$$

- 10 waarbij

BR gelijk is aan de bitrate van het tweede digitale signaal, en  $n_s$  het aantal samples is van het breedbandige digitale signaal, waarvan de daarmee overeenkomstige tot het tweede digitale signaal behorende informatie, zich bevindt in één frame van het tweede digitale

- 15 signaal, een geheel getal is, het aantal informatiepakketten B in één frame gelijk is aan P, en dat, indien P geen geheel getal is, het aantal informatiepakketten in een aantal van de frames gelijk is aan P', waarbij P' het eerste op P volgende lager gelegen gehele getal is, en het aantal informatiepakketten in de andere frames gelijk is aan

- 20 P'+1, zodanig dat precies voldaan wordt aan de eis dat de gemiddelde frame rate van het tweede digitale signaal in hoofdzaak gelijk is aan  $F_s/n_s$ , dat een frame is opgebouwd uit ten minste een eerste framedeel, bevattende synchronisatie-informatie. Het doel van het indelen van de frames in B informatiepakketten is dat de gemiddelde framerate van het

- 25 door de zender uitgezonden tweede digitale signaal voor een breedbandig digitaal signaal met iedere willekeurige bemonsteringsfrequentie  $F_s$ , nu zodanig is, dat de tijdsduur van een frame in het tweede digitale signaal overeenkomt met de tijdsduur die  $n_s$  bemonsteringen van het breedbandige signaal innemen. Bovendien wordt het hierdoor mogelijk de
- 30 synchronisatie op informatiepakketbasis te handhaven, hetgeen eenvoudiger en betrouwbaarder is dan het handhaven van de synchronisatie op bitbasis. De zender is dus in staat, in die gevallen waarin P geen geheel getal is, op die tijdstippen waarop dat mogelijk en ook noodzakelijk is een frame te voorzien van P' + 1 in plaats van P'

- 35 informatieblokken, zodat de gemiddelde framerate van het tweede digitale signaal gelijk aan  $F_s/n_s$  gehouden kan worden. Doordat ook in dit geval de in het eerste framedeel van opvolgende frames opgenomen

synchronisatie informatie (synchronisatiesignalen of synchronisatie woorden) op een geheel aantal malen de lengte van een informatiepakket van elkaar liggen, blijft dus het handhaven van de synchronisatie op informatiepakketbasis mogelijk. Bij voorkeur bevat het eerste framedeel  
5 verder informatie die in relatie staat tot het aantal informatiepakketten in een frame. In een frame met B informatiepakketten, kan die informatie gelijk zijn met de waarde B. Dat betekent dat deze informatie voor frames met  $P'$  informatiepakketten overeenstemt met  $P'$  en voor frames met  $P'+1$  informatiepakketten  
10 overeenstemt met  $P'+1$ . Een andere mogelijkheid is dat voor alle frames deze informatie overeenkomt met  $P'$ , ongeacht of een frame  $P'$  of  $P'+1$  informatiepakketten bevat. Het extra toegevoegde ( $P'+1$ )-de informatiepakket kan uit bijvoorbeeld enkel 'nullen' zijn opgebouwd. In dat geval bevat dit informatiepakket dus geen bruikbare informatie.  
15 Indien noodzakelijk kan men, het additionele informatiepakket natuurlijk ook met zinvolle informatie vullen. Het eerste framedeel kan verder systeeminformatie bevatten. Te denken valt daarbij onder andere aan de bemonsteringsfrequentie  $F_s$  van het breedbandige digitale signaal aangeboden aan de zender, kopieerprotektiekodes, het soort signaal dat  
20 als breedbandig digitaal signaal aan de zender wordt aangeboden, zoals een stereo audio signaal of een mono audio signaal, of is het digitale signaal opgebouwd uit twee min of meer onafhankelijke audiosignalen. Doch ook andere systeeminformatie is mogelijk, zoals later uit de beschrijving zal blijken. Door het meesturen van de systeeminformatie  
25 heeft men de mogelijkheid om ook de ontvanger flexibel te laten zijn en op de juiste wijze het ontvangen tweede digitale signaal weer om te zetten naar het breedbandige digitale signaal. Het tweede en derde framedeel van een frame bevat signaalinformatie. De zender kan zijn voorzien van een koder bevattende signaalsplitsingsmiddelen voor het in  
30 responsie op het breedbandige-digitale signaal opwekken van een tweede digitale signaal in de vorm van een aantal van  $M$  deelsignalen, waarbij  $M$  groter is dan 1, en bevattende middelen voor het kwantiseren van de respektieve deelsignalen. Men kan daarbij aan een willekeurige transformcoding denken, zoals een fast fourier transformatie (FFT). Het  
35 transmissiesysteem is in dat geval gekenmerkt, door dat het tweede framedeel van een frame allokatie-informatie bevat aangevende voor ten minste een aantal van de deelsignalen het aantal bits waarmee de

bemonsteringen zijn weergegeven van de, uit die deelsignalen verkregen, gekwantiseerde deelsignalen, en dat het derde framedeel de bemonsteringen bevat van ten minste deze gekwantiseerde deelsignalen (indien aanwezig). Aan de ontvangstzijde dient dan een inverse transformcoding, dus bijvoorbeeld een inverse fourier transformatie (IFFT) te worden uitgevoerd voor het terugwinnen van het breedbandige digitale signaal. Het transmissiesysteem, waarbij de signaalsplitsingsmiddelen zijn in de vorm van analysefiltermiddelen voor het in responsie op het breedbandige digitale signaal opwekken van een aantal van M sub-band signalen, welke analysefiltermiddelen de signaalband van het breedbandige digitale signaal met bemonsterfrequentieverlaging opdelen in opeenvolgende sub-banden met bandnummers m die toenemen met de frequentie, en de kwantiseringsmiddelen zijn ingericht voor het bloksgewijs kwantiseren van de respectieve sub-band signalen, is een systeem waarbij gebruik wordt gemaakt van subbandcodering zoals hiervoor reeds besproken. Een dergelijk transmissiesysteem is verder gekenmerkt door dat de allocatie-informatie in het tweede framedeel van een frame voor tenminste een aantal van de subbandsignalen het aantal bits aangeeft waarmee de bemonsteringen zijn weergegeven van de, uit die subbandsignalen verkregen, gekwantiseerde subbandsignalen, en dat het derde framedeel de bemonsteringen bevat van ten minste deze gekwantiseerde subbandsignalen (indien aanwezig). Dit betekent dus in feite dat de allocatie-informatie vóór de bemonsteringen in een frame is opgeslagen. Deze allocatie-informatie is nodig om de continue seriële bitstroom van de bemonsteringen in het derde framedeel aan de ontvanstzijde weer te kunnen onderverdelen in de verschillende losse bemonsteringen met het juiste aantal bits. De allocatie-informatie kan inhouden dat alle bemonsteringen met een vast aantal bits per subband per frame is weergegeven. In dit geval spreken we van een zender die is gebaseerd op een vaste bit allocatie (fixed of static bit allocation). De allocatie-informatie kan ook inhouden dat voor een subband in de tijd een variabel aantal bits wordt gebruikt voor de bemonsteringen in die subbanden. In dat geval spreekt men van een zender die is gebaseerd op het systeem van een adaptieve bit allocatie (adaptive or dynamic bit allocation). De vaste en adaptieve bit allocatie is onder andere beschreven in de publikatie "Low bit-rate coding of high quality audio signals. An

introduction to the MASCAM system" van G. Theile et al, uit EBU Technical review, No. 230 (Augustus 1988). Het plaatsen van de allocatie-informatie vóór de bemonsteringen in een frame heeft het voordeel dat aan de ontvangstzijde een eenvoudiger decodering mogelijk wordt die  
5 in real time kan worden uitgevoerd en aanleiding geeft tot slechts een kleine signaalvertraging ten gevolge van de decodering. Deze volgorde maakt namelijk het eerst opslaan van alle informatie in het derde framedeel in een geheugen in de ontvanger overbodig. Bij binnenkomst van het tweede digitale signaal wordt de allocatie-informatie opgeslagen in  
10 een geheugen in de ontvanger. De informatie-inhoud van de allocatie-informatie is veel kleiner dan de informatie-inhoud van de bemonsteringen in het derde framedeel, zodat volstaan kan worden met een veel kleiner geheugen dan indien alle bemonsteringen in de ontvanger zouden moeten worden opgeslagen. Direct bij binnenkomst van de seriële  
15 datastroom van de bemonsteringen in het derde framedeel kan deze datastroom worden onderverdeeld in de verschillende bemonsteringen met het door de allocatie-informatie vastgelegde aantal bits, zodat geen opslag van de signaal-informatie vooraf nodig is. In een frame kan allocatie-informatie voor alle subbanden worden opgenomen. Noodzakelijk  
20 is dit niet, zoals later zal blijken.

Het transmissiesysteem kan verder zijn gekenmerkt, door dat het derde framedeel additioneel informatie bevat die in relatie staat tot schaalfactoren, een schaalfactor behorend bij ten minste één van de gekwantiseerde subband signalen opgeslagen in het derde  
25 framedeel, en dat de schaalfactor informatie vóór de gekwantiseerde subbandsignalen in het derde framedeel zijn opgeslagen. De bemonsteringen kunnen zonder te zijn genormeerd, dat wil zeggen zonder dat de amplitudes van een blok van bemonsteringen in een subband zijn gedeeld door de amplitude van de bemonstering met de grootste amplitude  
30 in dit blok, worden gekodeerd in de zender. In dat geval behoeven geen schaalfactoren te worden overgezonden. Worden de bemonsteringen tijdens koderen wel genormeerd, dan dient schaalfactor informatie te worden meegezonden, die een maat is voor de genoemde grootste amplitude. Door ook in dit geval de schaalfactor informatie vóór de bemonsteringen  
35 in het derde framedeel op te slaan wordt bij ontvangst de mogelijkheid geschapen de uit deze schaalfactor informatie af te leiden schaalfactoren eerst in een geheugen op te slaan en direct bij

binnenkomst de bemonsteringen direkt, dus zonder tijdvertraging, met de omgekeerde waarde van deze schaalfactoren te vermenigvuldigen. De schaalfactor informatie kan zijn in de vorm van de schaalfactoren zelf. Het spreekt daarbij voor zich dat een schaalfactor zoals die in het

5 derde framedeel is opgeslagen ook reeds de omgekeerde waarde van de amplitude van de grootste bemonstering in een blok kan zijn, zodat in de ontvanger het bepalen van de omgekeerde waarde achterwege kan blijven en dus een snellere decodering mogelijk is. De waardes voor de schaalfactoren kunnen ook eerst worden gekodeerd, voordat ze als

10 schaalfactor informatie worden opgeslagen in het derde framedeel en worden overgezonden. Verder spreekt het natuurlijk voor zich dat indien na kwantisatie in de zender het subbandsignaal in een subband gelijk aan nul is, hetgeen natuurlijk uit de allocatie-informatie voor de subband zal blijken, er geen schaalfactor informatie voor die subband hoeft te

15 worden overgezonden. Het transmissiesysteem waarbij de ontvanger is voorzien van een dekodere bevattende synthesefiltermiddelen voor het in responsie op de respektieve gekwantiseerde subbandsignalen konstrueren van een replica van het breedbandige digitale signaal, welke synthesefiltermiddelen de subbanden met bemonsterfrequentieverhoging

20 samenvoegen tot de signaalband van het breedbandige digitale signaal, kan zijn gekenmerkt, door dat de bemonsteringen van de subbandssignalen (indien aanwezig) in een volgorde in het derde framedeel zijn opgeslagen die overeenkomt met de volgorde waarmee deze bemonsteringen na ontvangst in de ontvanger aan de synthesefiltermiddelen worden aangeboden. Door de

25 bemonsteringen in dezelfde volgorde in het derde framedeel op te slaan als waarmee zijn in de ontvanger aan de synthesefiltermiddelen worden toegevoegd wordt eveneens een snelle dekodering gerealiseerd, waarbij opnieuw geen extra opslag in de ontvanger van de bemonsteringen benodigd is, voordat ze verder kunnen worden verwerkt. De hoeveelheid benodigde

30 geheugen in de ontvanger kan dus beperkt blijven tot in hoofdzaak geheugens voor de opslag van de systeeminformatie, de allocatie-informatie en eventueel de schaalfactor informatie. Bovendien ontstaat er een beperkte signaalvertraging die in hoofdzaak alleen het gevolg is van de signaalbewerking op de bemonsteringen. De allocatie-informatie

35 voor de verschillende gekwantiseerde subbandsignalen wordt bij voorkeur in dezelfde volgorde in het tweede framedeel opgeslagen als de volgorde waarin de bemonsteringen van deze subbandsignalen in het derde framedeel



zijn opgeslagen. Hetzelfde geldt voor de volgorde van de schaaalfactoren. Indien gewenst zou men de frames ook in vieren kunnen delen, waarbij de eerste, tweede en derde framedelen zijn zoals ze hiervoor zijn uitgelegd. Het laatste (vierde) framedeel in de frames zou  
5 dan fouten detektie - en/of foutenkorrektie-informatie kunnen bevatten. Na ontvangst van deze informatie in de ontvanger, heeft men de mogelijkheid om voor fouten die tijdens de transmissie zijn ontstaan in het tweede digitale signaal te corrigeren. Zoals al eerder vermeld, kan het breedbandige digitale signaal een monosignaal zijn. Het breedbandige  
10 digitale signaal kan ook een stereo audiosignaal zijn dat is opgebouwd uit een eerste (linker) en een tweede (rechter) signaaldeel. In geval het transmissiesysteem is gebaseerd op een subband kodeersysteem, dan levert de zender subband signalen die elk zijn opgebouwd uit een eerste en een tweede subband signaaldeel, die na kwantisatie in de  
15 kwantiseringsmiddelen zijn omgezet tot eerste en tweede gekwantiseerde subbandsignaaldelen. Ook in dit geval dient allocatie-informatie en informatie over de schaaalfactoren (indien de bemonsteringen in de zender zijn geschaald) in de frames te worden opgenomen. Ook hier is de volgorde weer van belang. Een dergelijk transmissiesysteem is daarom  
20 onderwerp van de konklusies 11 tot en met 15. Het spreekt natuurlijk voor zich dat het systeem uitbreidbaar is naar een breedbandig digitaal signaal dat is opgebouwd uit meer dan twee signaaldelen.

De maatregelen volgens de uitvinding kunnen worden toegepast in digitale transmissiesystemen, waarbij gedacht kan worden  
25 aan transmissie van digitale audiosignalen (digitale audio broadcast) via de ether. Doch ook andere toepassingen zijn mogelijk. Te denken valt daarbij aan een transmissie via optische of magnetische media. Bij optische media kan worden gedacht aan transmissie via glasfibers of door middel van optische platen of banden. Bij magnetische media kan gedacht  
30 worden aan een magnetische plaat of magneetband. In één of meer sporen van een registratiedrager, zoals een optische of magnetische plaat of een magneetband, is dan het tweede digitale signaal opgeslagen in het formaat zoals volgens de uitvinding voorgesteld. De universaliteit en flexibiliteit van het transmissiesysteem is dus  
35 gebaseerd op het speciale formaat waarmee de informatie in de vorm van het tweede digitale signaal wordt overgezonden, bijvoorbeeld via een registratiedrager. Dit gekombineerd met de speciale uitvoering van de

zender die dit speciale formaat kan genereren voor verschillende soorten van ingangssignalen. De zender genereert de bij elk soort signaal benodigde systeeminformatie en voegt die in de te verzenden datastroom in. Aan de ontvangstzijde levert dat met een specifieke ontvanger, die  
5 juist die systeeminformatie uit de datastroom afsplitst en gebruikt voor een korrekte dekodering.

De informatiepakketten zijn daarbij min of meer fiktieve eenheden, die worden gebruikt om de lengte van een frame te bepalen. Ze hoeven dus niet expliciet zichtbaar te zijn in de informatiestroom van  
10 het tweede digitale signaal. Verder hebben de informatiepakketten een relatie met de bestaande digital audio interface standaard zoals die is vastgelegd in de IEC standaard nr. 958. In de normale konsumententoepassing van deze standaard worden frames gedefinieerd die één sample van zowel het linker als het rechter kanaal van een  
15 stereosignaal bevatten. Deze samples worden door middel van 16 bits two's complement woorden gerepresenteerd. Als men nu kiest voor  $N = 32$ , dan kan in één frame van deze digitale audio interface standaard precies één informatiepakket van het tweede digitale signaal worden verzonden. In de digitale audio interface standaard is de frame rate  
20 gelijk aan de sample frekwentie. In de huidige toepassing dient de frame rate gelijk aan  $BR/N$  genomen te worden. Er kan dan gebruik gemaakt worden van de voorradige IC's die al worden toegepast in de standaard digitale audio interface apparatuur.

De uitvinding zal aan de hand van een aantal uitvoerings-  
25 voorbeelden in de hierna volgende figuurbeschrijving nader worden uiteengezet. Hierin toont

figuur 1 het door de zender gegenereerde tweede digitale signaal, dat is opgebouwd uit frames, elk frame weer zijnde opgebouwd uit informatiepakketten

30       figuur 2 de opbouw van een frame,  
          figuur 3 de opbouw van het eerste framedeel van een frame,  
          figuur 4 een voorbeeld van het transmissiesysteem,  
          figuur 5 een tabel aangevende het aantal informatiepakketten  $B$  in een frame, voor bepaalde waarden voor de bitrate  $BR$  en de  
35 bemonsterfrequentie  $F_s$ ,

          figuur 6 voor een aantal waarden voor de bitrate  $BR$ , het aantal frames in een "padding" sequentie en het aantal frames daarvan

dat een additioneel informatiepakket (dummy slot) bevat,  
figuur 7 de systeeminformatie opgenomen in het eerste  
framedeel van een frame,  
figuur 8 de verdeling van de digitale informatie over de  
5 verschillende (twee) kanalen voor een aantal modi,  
figuur 9 de betekenis van de allocatie-informatie zoals  
die is opgenomen in het tweede framedeel,  
figuur 10 en 11 de volgorde van opslag van de allocatie-  
informatie in het tweede framedeel, voor twee formaten, formaat A resp  
10 formaat B,  
figuur 12 een voorbeeld van een ontvanger,  
figuur 13 de zender, in de vorm van een inrichting voor  
het optekenen van het tweede digitale signaal op een  
magnetischeregistratiedrager,  
15 figuur 14 de ontvanger in de vorm van een inrichting voor  
het weergeven van het tweede digitale signaal van een magnetische  
registratiedrager,  
figuur 15 in figuur 15a tot en met 15d enige andere  
opslagmogelijkheden van de schaalfactoren en de bemonsteringen in het  
20 derde framedeel van een frame,  
figuur 16 een verdere uitwerking van de zender,  
figuur 17 een andere opbouw van het eerste framedeel van  
een frame,  
figuur 18 de systeeminformatie opgenomen in het eerste  
25 framedeel van figuur 17,  
figuur 19 en 20 een verdere uitwerking van de informatie  
in het eerste framedeel van figuur 17,  
figuur 21 en 22 de volgorde van de opslag van de  
allocatiefactoren in het tweede framedeel behorende bij het eerste  
30 framedeel van figuur 17,  
figuur 23 de indeling van een frame dat is gevuld met een  
additioneel signaal,  
figuur 24 het afleiden van de schaalfactoren,  
figuur 25 het kwantiseren van de geschaalde  
35 bemonsteringen tot q bits digitale representaties,  
figuur 26 het dekwantiseren van de q bits digitale  
representaties.

- Figuur 1 toont schematisch het tweede digitale signaal zoals het door de zender wordt gegenereerd en via het transmissiemedium wordt verzonden. Het tweede digitale signaal is in de vorm van een seriële digitale datastroom. Het tweede digitale signaal is opgebouwd uit frames waarvan er twee, te weten frame  $j$  en frame  $j+1$  in figuur 1a zijn aangegeven. De frames, zoals frame  $j$ , bevatten een aantal informatiepakketten  $IP_1, IP_2, IP_3, \dots$ , zie figuur 1b. Elk informatiepakket, zoals  $IP_3$ , bevat  $N$  bits  $b_0, b_1, b_2, \dots, b_{N-1}$ , zie figuur 1c. Het aantal informatiepakketten in een frame hangt af van
- (a) de bit rate  $BR$  waarmee het tweede digitale signaal via het transmissiemedium wordt verzonden,
  - (b) het aantal bits  $N$  in een informatiepakket, waarbij  $N$  groter is dan 1,
  - (c)  $F_s$ , de bemonsterfrequentie van het breedbandige digitale signaal, en
  - (d) het aantal samples  $n_s$  van het breedbandige digitale signaal, waarvan de daarmee overeenkomstige, na omzetting in de zender, tot het tweede digitale signaal behorende informatie zich bevindt in één frame, en wel als volgt.
- Berekend wordt de grootte  $P$  volgens de volgende formule.
- $$P = \frac{BR}{N} \times \frac{n_s}{F_s}$$
- Levert deze berekening een hele waarde voor  $P$  op, dan is het aantal informatiepakketten  $B$  in een frame gelijk aan  $P$ . Levert de berekening geen geheel getal op, dan bevatten een aantal frames  $P'$  informatiepakketten en de resterende frames  $P'+1$  informatiepakketten.  $P'$  is het eerste op  $P$  volgende lagere gehele getal. Het aantal frames met  $P'$  respectievelijk  $P'+1$  informatiepakketten wordt natuurlijk zodanig gekozen dat de gemiddelde frame rate gelijk aan  $F_s/n_s$  is. In het vervolg zal aangenomen worden dat  $N=32$  en  $n_s = 384$ . De tabel in figuur 5 geeft nu voor deze waarden voor  $N$  en  $n_s$  en voor een viertal waarden voor de bitrate  $BR$  en een drietal waarden voor de bemonsteringsfrequentie  $F_s$  het aantal informatiepakketten (slots) aan dat zich in één frame bevindt. Duidelijk is dat voor een bemonsteringsfrequentie  $F_s$  gelijk aan 44,1 kHz de grootte  $P$  in alle gevallen geen geheel getal is, en dat dus een aantal frames 34

informatiepakketten bevatten en de rest 35 informatiepakketten (voor BR gelijk aan 128 kbit/s). Dit is ook in figuur 2 aangegeven. Figuur 2 toont één frame. Het frame is opgebouwd uit  $P'$  informatiepakketten  $IP_1, IP_2, \dots, IP_{P'}$ . Soms bevat een frame  $P'+1$  informatiepakketten. Dit  
5 wordt gerealiseerd door aan de frames van  $P'$  informatiepakketten één extra informatiepakket (dummy slot) toe te voegen. De tabel in figuur 6 geeft voor de bemonsteringsfrequentie van 44,1 kHz voor de eerder genoemde vier bitrates in de tweede kolom het aantal frames aan dat zich bevindt in de "padding" sequentie. Van dit aantal geeft kolom 3 aan het  
10 aantal frames in de sequentie dat  $P'+1$  informatiepakketten bevat. Door het van elkaar aftrekken van de getallen in de tweede en de derde kolom verkrijgt men dan het aantal frames in de sequentie dat  $P'$  informatiepakketten bevat. Het  $(P'+1)$  - de informatiepakket behoeft geen informatie te bevatten. Het  $(P'+1)$  - de informatiepakket kan  
15 bijvoorbeeld allemaal nullen bevatten. Het spreekt voor zich dat de bitrate BR niet noodzakelijkerwijs beperkt is tot de vier waardes zoals in de tabellen van figuur 5 en 6 zijn weergegeven. Ook andere (bijvoorbeeld tussenliggende) waardes zijn mogelijk. Figuur 2 toont dat een frame is opgebouwd uit drie framedelen  $FD_1, FD_2$  en  $FD_3$ , in deze volgorde. Het eerste framedeel  $FD_1$  bevat synchronisatie-  
20 informatie en systeem-informatie. Het tweede framedeel  $FD_2$  bevat allocatie-informatie. Het derde framedeel  $FD_3$  bevat bemonsteringen en eventueel ook schaalfactoren van het tweede digitale signaal. Voor de verdere uitleg is het nodig dat eerst wordt stilgestaan bij de werking  
25 van de zender in het transmissiesysteem volgens de uitvinding.

Figuur 4 toont schematisch het transmissiesysteem met een zender 1, die is voorzien van een ingangsklem 2 voor het ontvangen van het breedbandige digitale signaal  $S_{BB}$ , dat bijvoorbeeld een digitaal audiosignaal kan zijn. In het geval van een audiosignaal kan men denken  
30 aan een monosignaal, of een stereosignaal, waarbij het digitale signaal is opgebouwd uit een eerste (linker) en een tweede (rechter) signaaldeel. Aangenomen zal worden dat de zender is voorzien van een coder voor subband codering van het breedbandige digitale signaal, en de ontvanger dus is voorzien van een subband decoder voor het terugwinnen  
35 van het breedbandige digitale signaal. De zender is voorzien van analyse filtermiddelen 3 voor het in responsie op het digitale breedbandige signaal  $S_{BB}$  opwekken van een aantal van  $M$  sub-band signalen  $S_{SB1}$  tot

en met  $S_{SBM}$ , welke analyse filtermiddelen de signaalband van het breedbandige signaal  $S_{BB}$  met bemonsterfrequentieverlaging opdelen in opeenvolgende subbanden met bandnummers  $m$  ( $1 \leq m \leq M$ ), die toenemen met de frequentie. Deze subbanden kunnen alle een gelijke bandbreedte  
5 bezitten, doch het is ook mogelijk de subbanden een onderling verschillende bandbreedte te doen hebben. De subbanden kunnen in dat geval bijvoorbeeld overeen komen met de bandbreedten van de kritieke banden van het menselijke oor. De zender is verder voorzien van middelen voor het bloksgewijs kwantiseren van de respektieve subband  
10 signalen. Deze kwantiseringsmiddelen zijn opgenomen in het blok met referentienummer 9 in figuur 4.

Een dergelijke subband coder is op zich bekend en is onder andere beschreven in de eerder genoemde publikaties van: Krasner en van Theile et al. Zie eventueel ook de gepubliceerde  
15 Europese Octrooiaanvraag 289.080 (PHN 12.108).

Voor een verdere toelichting op de werking van de subbandcoder zij naar deze publikaties verwezen. Zij worden daarom geacht in deze aanvraag mee te zijn opgenomen. Met een dergelijke subbandcoder kan een significante data reductie worden bereikt, waarbij  
20 gedacht kan worden aan een reductie van 16 bits per bemonstering voor het breedband digitale signaal  $S_{BB}$  naar bijvoorbeeld 4 bits per bemonstering in het signaal dat via het transmissie medium 4, zie figuur 4, wordt overgezonden naar de ontvanger 5. Eerder is gesteld dat  $n_s$  gelijk was genomen aan 384. Het betreft hier dus blokken van 384  
25 bemonsteringen van het breedbandige digitale signaal, waarbij elke bemonstering 16 bits lang is. Verder wordt nu aangenomen dat  $M=32$ . Het breedbandige digitale signaal wordt dus in de analyse filtermiddelen 3 opgesplitst in 32 subband signalen. Aan de 32 uitgangen van de analyse filtermiddelen worden nu 32 (blokken van) subband signalen afgegeven,  
30 elk blok bestaande uit 12 bemonsteringen (de subbanden zijn even breed), elke bemonstering zijnde 16 bits lang. Aan de uitgangen van de filtermiddelen 3 is de informatie-inhoud dus nog net zo groot als de informatie-inhoud van het blok van 384 bemonstering van het signaal  $S_{BB}$  aan de ingang 2. De middelen 9 realiseren nu de datareductie  
35 doordat, gebruik makend van de kennis over maskering, de bemonsteringen in de 32 blokken van 12 bemonsteringen, elk blok voor een subband, ruwer gekwantiseerd, en dus met minder bits weergegeven kunnen worden.

Bij een statische bitallocatie zijn alle bemonsteringen per subband per frame in een vast aantal bits uitgedrukt. In elke subband verschillend, doch ook eventueel gelijk, bijvoorbeeld in 4 bits uitgedrukt. Bij een dynamische bitallocatie kan men het aantal bits voor elke subband in de  
5 tijdgezien verschillend kiezen, zodat soms een nog grotere datareductie of een hogere kwaliteit bij gelijke bitrate kan worden bereikt.

De door het blok 9 gekwantiseerde subbandsignalen worden aan een generator eenheid 6 toegevoegd. Deze eenheid 6 genereert uitgaande van de gekwantiseerde subbandsignalen het tweede digitale  
10 signaal, zoals aangegeven in figuur 1 en 2. Dit tweede digitale signaal kan zoals hiervoor vermeld rechtstreeks via het transmissiemedium 4 verzonden worden. Bij voorkeur wordt dit tweede digitale signaal echter eerst nog in een signaalomzetter (signal converter) (niet getekend) geschikt gemaakt voor via het transmissiemedium 4 te worden verzonden.  
15 Een dergelijke signaal converter bevat bijvoorbeeld een 8 naar 10 omzetter. Een dergelijke 8 naar 10 omzetter is bijvoorbeeld beschreven in de Europese octrooiaanvraag 150.082 (PHN 11.117) op naam van Aanvraagster. In deze omzetter worden datawoorden van 8 bits omgezet in kodewoorden van 10 bits. Verder kan in een dergelijke signaal converter  
20 een interleaving plaatsvinden. Dit alles heeft ten doel aan de ontvangstkant een foutenkorrektie op de te ontvangen informatie mogelijk te maken.

Het spreekt natuurlijk voor zich dat het door de ontvanger 5 van het transmissiemedium 4 ontvangen signaal in dat geval een de-interleaving  
25 op het ontvangen signaal zal moeten toepassen en een 10 naar 8 omzetting.

De opbouw en inhoud van de frames kan nu verder worden uitgelegd. Het eerste framedeel FD1 in figuur 2 is verder uitgewerkt weergegeven in figuur 3. Duidelijk is uit figuur 3 dat het eerste framedeel hier precies 32 bits bevat en dus precies gelijk is aan  
30 één informatiepakket, en wel het eerste informatiepakket IP1 van het frame. De eerste 16 bits van het informatiepakket vormen het synchronisatie signaal (of synchronisatiewoord). Het synchronisatiesignaal kan bijvoorbeeld uit allemaal 'enen' bestaan. De bits 16 tot en met 31 geven de systeeminformatie. De bits 16 tot en met  
35 23 geven het aantal informatiepakketten in een frame aan. Dit getal komt dus overeen met  $P'$ , zowel voor frames met  $P'$  informatiepakketten als voor de frames met het extra informatiepakket IP  $P'+1$ .  $P'$  kan maximaal

9000538

254 (1111 1110 in bit notatie) zijn, om gelijkenis met het synchronisatie signaal te voorkomen. De bits 24 tot en met 31 geven frameformaat informatie. Een voorbeeld van de indeling en betekenis van deze informatie is in figuur 7 weergegeven. Bit 24 geeft het type frame  
5 aan. In het geval van formaat A heeft het tweede framedeel een andere lengte (een ander aantal informatiepakketten) dan in het geval van formaat B. Zoals hierna zal blijken is het tweede framedeel FD2 in het A formaat opgebouwd uit 8 informatiepakketten, te weten de informatie pakketten IP2 tot en met IP9 en in het B formaat opgebouwd uit 4  
10 informatiepakketten, te weten de informatiepakketten IP2 tot en met IP5. De bits 25 en 26 geven aan of er sprake is van informatie waarop al dan niet een verbod van kopiëren rust. De bits 27 tot en met 31 geven de funktiemode aan. Dit houdt in:

- a) de kanaalmode, die aangeeft om wat voor soort signaal het bij het  
15 breedbandige signaal gaat (zoals al eerder gezegd, kan het daarbij gaan om een stereo audiosignaal, een mono audiosignaal of een audiosignaal dat is opgebouwd uit twee verschillende signaaldelen bij voorbeeld dezelfde tekst doch uitgesproken in twee verschillende talen). Figuur 8 geeft de kanaalmode aan. Dat wil zeggen, geeft aan  
20 hoe de signaaldelen in de voorgenoemde gevallen over de twee kanalen (channel I en channel II) zijn verdeeld.
- b) de bemonsteringsfrequentie  $F_s$  van het breedbandig signaal.
- c) de in de zender eventueel toegepaste emphasis op het breedbandig digitale signaal. De 50 en 15  $\mu s$  geven de tijdkonstanten aan van de  
25 emphasis en CCITT J.17 geeft een bepaalde standaard aan van de emphasis, zoals die is vastgelegd door de CCITT (Comité Consultative Internationale de Télégraphie et Téléphonie).

De inhoud van het framedeel FD2 in figuur 2 zal verder worden besproken aan de hand van de figuren 9, 10 en 11. In het A formaat bevat het  
30 tweede framedeel acht informatiepakketten. Dit komt omdat is uitgegaan van een omzetting van het breedbandige digitale signaal  $S_{BB}$  naar 32subbandsignalen (voor elk signaaldeel van het digitale signaal  $S_{BB}$ ). Aan iedere subband wordt een allocatiewoord van vier bits lang toegekend. In totaal zijn dit 64 allocatiewoorden van 4 bits lang die  
35 precies in acht informatiepakketten kunnen worden opgeslagen. In het B formaat wordt allocatie-informatie voor slechts de helft van het aantal subbanden in het tweede framedeel opgeslagen, zodat in dat geval het

9000558



tweede framedeel slechts 4 informatiepakketten groot is. In figuur 9 is de betekenis van de vier bits allocatiemoorden AW aangegeven. Een allocatiemoord dat behoort bij een zekere subband, geeft aan het aantal bits waarmee de bemonsteringen van het subbandsignaal in de betreffende subband, na kwantisatie in de eenheid 9, worden gerepresenteerd. Een voorbeeld: het allocatiemoord AW gelijk aan 0100 geeft aan dat de bemonsteringen met 5 bits woorden worden weergegeven. Verder is duidelijk uit figuur 9 dat het allocatiemoord 0000 aangeeft dat er geen bemonsteringen in de betreffende subband zijn gegenereerd. Dit kan bijvoorbeeld gebeuren indien het subbandsignaal in een naburige subband een zodanig grote amplitude bezit dat dit signaal het subband-signaal in de betreffende subband volledig maskeert. Verder wordt het allocatiemoord 1111 niet gebruikt in verband met de grote gelijkenis met het sync woord in het eerste informatiepakket IP1. De volgorde waarmee de allocatiemoorden AW j,m behorende bij de twee kanalen j, waarbij j=I of II, en de 32 subbanden met rangnummer m, waarbij m loopt van 1 tot en met 32, in het tweede framedeel worden opgeslagen, is in figuur 10 aangegeven, voor het geval het de framemode A betreft. Het allocatiemoord AWI,1 behorend bij het eerste subbandsignaaldeel van de eerste en laagste subband (kanaal I, subband 1) wordt het eerst opgeslagen. Daarna wordt het allocatiemoord AW II,1 behorende bij het tweede subbandsignaaldeel van de eerste en laagste subband (kanaal II, subband 1) in het tweede framedeel FD2 opgeslagen. Vervolgens het allocatiemoord AW I,2 behorend bij het eerste subbandsignaaldeel van de tweede en op één na laagste subband (kanaal I, subband 2) in het framedeel FD2 opgeslagen. Daarna volgt het allocatiemoord AW II,2, behorende bij het tweede subbandsignaaldeel van de tweede subband (kanaal II, subband 2). Dit gaat zo door, totdat het allocatiemoord AW II,4, behorend bij het tweede subbandsignaaldeel van de vierde subband (kanaal II, subband 4) in het tweede framedeel FD2 is opgeslagen. Hiermee is precies het tweede informatiepakket IP2 (slot 2) van het frame, dat is het eerste informatiepakket in het framedeel FD2 van het frame, gevuld. Vervolgens wordt het informatiepakket IP3 (slot 3) gevuld met AW I,5; AW II,5; .... AW II.8. Dit gaat door in de volgorde zoals in figuur 10 is weergegeven. Figuur 10 geeft enkel de indices j-m van de opgeslagen allocatiemoorden AW j,m aan. Figuur 11 geeft de volgorde voor de allocatiemoorden aan in het geval het een B formaat frame betreft. In

dit geval worden enkel allocatiewoorden van de subbanden 1 tot en met 16 opgeslagen. De volgorde, zoals in figuur 10 is aangegeven, komt overeen met de volgorde waarin de afzonderlijke bemonsteringen behorend bij een kanaal  $j$  en een subband  $m$ , na ontvangst in de ontvanger, aan de synthese-filtermiddelen worden toegevoegd. Dit zal later nog nader worden uiteengezet. In de seriële datastroom bevinden zich bijvoorbeeld allemaal frames volgens het A-formaat. In dat geval wordt de allocatie-informatie in elk frame gebruikt in de ontvanger om uit de informatie die in het derde framedeel van dat frame is opgeslagen de bemonsteringen op de juiste wijze af te leiden. In de seriële datastroom kunnen zich ook, min of meer afwisselend, zowel frames volgens het A-formaat als frames volgens het B-formaat bevinden. De frames volgens beide formaten kunnen echter in het derde framedeel bemonsteringen voor alle kanalen en alle subbanden bevatten. Een frame volgens het B-formaat mist dan in feite de allocatie-informatie die nodig is om de bemonsteringen voor de kanalen I en II van de subbanden 17 tot en met 32 uit het derde framedeel van een B-formaat frame af te leiden. De ontvanger bevat een geheugen waarin de allocatie-informatie dat zich bevindt in het tweede framedeel van een A-formaat frame kan worden opgeslagen. Is het daarop volgende frame een B-formaat frame dan wordt in het geheugen alleen de allocatie-informatie voor de subbanden 1 tot en met 16 en de kanalen I en II vervangen door de allocatie-informatie opgeslagen in het tweede framedeel van het B-formaat frame, en voor het afleiden van de bemonsteringen voor de subbanden 17 tot en met 32 uit het derde framedeel van het B-formaat frame wordt gebruik gemaakt van de allocatie-informatie voor deze subbanden die uit het voorgaande A-formaat frame zijn verkregen die nog in het geheugen aanwezig zijn. De reden waarom men A-formaat frames laat afwisselen door B-formaat frames is, dat de allocatie-informatie voor sommige subbanden, in het huidige geval de allocatie-informatie voor de hoger gelegen subbanden 17 tot en met 32, niet zo snel wijzigt. Daar de zender tijdens het kwantiseren weet hoe de allocatie-informatie voor de diverse subbanden is, kan deze zender dus, indien de allocatie-informatie voor de subbanden 17 tot en met 32 (praktisch) niet wijzigt, besluiten een B-formaat frame te genereren in plaats van een A-formaat frame. Bovendien geeft dit als voorbeeld dat er nu extra opslagruimte komt voor het opslaan van de bemonsteringen in het derde framedeel FD3. Bij een zekere

waarde voor  $P'$  is het derde framedeel van een B-formaat frame namelijk vier informatiepakketten langer dan het derde framedeel van een A-formaat frame. Dit geeft dus de mogelijkheid om het aantal bits waarmee de bemonsteringen in de lagere subbanden 1 tot en met 16 worden

5 gepresenteerd, groter te nemen, zodat voor deze subbanden een grotere nauwkeurigheid in de overdracht kan worden gerealiseerd. Ook kan de zender, indien het noodzakelijk is de lagere subbanden nauwkeuriger te kwantiseren, automatisch kiezen voor het genereren van B-formaat frames. In dat geval kan dat mogelijk te koste gaan van de

10 nauwkeurigheid waarmee de hogere subbanden worden gekwantiseerd.

Het derde framedeel FD3 in figuur 2 bevat de bemonsteringen van de gekwantiseerde subbandsignaaldelen voor de twee kanalen. Indien voor geen van de subbanden en kanalen het allocatiewoord 0000 in het framedeel FD2 aanwezig is, betekent dat in het voorbeeld dat

15 er voor elk der 32 subbanden en 2 kanalen twaalf bemonsteringen in het derde framedeel FD3 zijn opgenomen. In totaal dus 768 bemonsteringen. De bemonsteringen kunnen in de zender, voor hun kwantisering, zijn vermenigvuldigd met een schaalfactor. Voor elk der subbanden en kanalen worden de twaalf bemonsteringen qua amplitude gedeeld door de amplitude

20 van de bemonstering van de twaalf bemonsteringen, met de grootste amplitude. Voor elke subband en elk kanaal moet in dat geval dan een schaalfactor meegezonden worden om aan de ontvangstzijde de inverse bewerking op de bemonsteringen te kunnen uitvoeren. Daartoe bevat het derde framedeel dan schaalfactoren  $SF_{j,m}$  één voor elk van de

25 gekwantiseerde subbandsignaaldelen in de verschillende subbanden. Schaalfactoren worden in dit voorbeeld met 6 bits getallen weergegeven, het meest significante bit eerst, waarbij de waardes lopen van 000000 tot 111110. De schaalfactoren van de subbanden waaraan bits zijn toegekend, dat wil zeggen waarvan de allocatie-informatie ongelijk nul

30 is, worden verzonden, voordat de transmissie van de bemonsteringen begint. Dat betekent dat de schaalfactoren zich vooraan in het derde framedeel FD3 bevinden, vóór de bemonsteringen. Dit geeft de mogelijkheid van een snelle decodering in de ontvanger 5, zonder de noodzaak van de opslag van alle bemonsteringen in de ontvanger, zoals

35 later zal blijken. Een schaalfactor  $SF_{j,m}$  kan dus aangegeven de waarde waarmee de bemonsteringen van het signaal in het  $j$ -de kanaal van de  $m$ -de subband, zijn vermenigvuldigd. Een andere mogelijkheid is om juist

één gedeeld door deze waarde als schaaalfaktor op te slaan, zodat aan de ontvangstzijde niet eerst een deling op de schaaalfaktoren behoeft te worden uitgevoerd, voor het opschalen van de bemonsteringen naar de juiste waarde.

- 5           Het maximum aantal schaaalfactoren is bij het frameformaat A 64. Indien het allocatiewoord  $AW_{j,m}$  voor een zeker kanaal  $j$  een zekere subband  $m$  de waarde 0000 bezit, hetgeen betekent dat er geen bemonsteringen voor dit kanaal en deze subband in het framedeel FD3 zijn opgeslagen, dan bestaat er ook geen noodzaak om voor dit kanaal en  
10 deze subband een schaaalfaktor op te slaan. Het aantal schaaalfactoren is dan minder dan 64. De volgorde waarmee de schaaalfactoren  $SF_{j,m}$  in het derde framedeel FD3 worden opgeslagen is dezelfde als waarmee de allocatie-woorden in het tweede framedeel zijn opgeslagen. De volgorde is dus als volgt:

- 15  $SF_{I,1}; SF_{II,1}; SF_{I,2}; SF_{II,2}; SF_{I,3}; SF_{II,3}; \dots SF_{I,32}; SF_{II,32}.$

Indien een schaaalfaktor niet behoeft te worden opgeslagen, dan is de volgorde niet compleet. Men heeft dan als voorbeeld:

$\dots SF_{I,4}; SF_{I,5}; SF_{II,5}; SF_{II,6}; \dots$

- 20 In dit geval zijn de schaaalfactoren voor de vierde subband van kanaal II en de zesde subband van kanaal I niet opgeslagen. Is het frame een B-formaat frame dan zou men toch voor alle subbanden en alle kanalen schaaalfactoren in het derde framedeel op kunnen nemen. Dit hoeft niet noodzakelijkerwijs zo te zijn. Men zou in dit geval enkel voor de  
25 subbanden 1 tot en met 16 schaaalfactoren in het derde framedeel van het frame op kunnen slaan. In de ontvanger dient men dan een geheugen te hebben waarin alle schaaalfactoren kunnen worden opgeslagen op het moment van binnenkomst van een eerder binnengekomen A formaat frame. Bij ontvangst van het B-formaat frame worden vervolgens enkel de  
30 schaaalfactoren voor de subbanden 1 tot en met 16 vervangen door de in het B-formaat frame opgeslagen schaaalfactoren. De schaaalfactoren uit het eerder ontvangen A formaat frame voor de subbanden 17 tot en met 32 worden dan gebruikt om de bemonsteringen voor deze subbanden opgeslagen in het derde framedeel van het B-formaat frame, weer naar de juiste  
35 waarde op te schalen.

De bemonsteringen worden in dezelfde volgorde in het derde framedeel FD3 opgeslagen, als de allocatiewoorden en de

9000538

schaalfactoren, één bemonstering voor elk subband van elk kanaal na elkaar. Dat wil zeggen: eerst alle eerste bemonsteringen voor de gekwantiseerde subband signalen voor alle subbanden van beide kanalen, daarna alle tweede bemonsteringen, ..... enzovoort. De binaire  
5 representatie van de bemonsteringen kan naar wens gekozen worden, waarbij het binaire woord dat uit allemaal 'enen' is opgebouwd bij voorkeur weer niet gebruikt wordt.

Het door de zender 1 gegenereerde tweede digitale signaal wordt vervolgens via de uitgang 7 aangeboden aan een transmissiemedium  
10 4, en via het transmissiemedium 4 toegevoerd aan de ontvanger 5. De transmissie via het transmissiemedium 4 kan zijn in de vorm van een draadloze overdracht, zoals bijvoorbeeld een radiozendkanaal. Echter andere transmissiemedia zijn even zeer mogelijk. Men kan daarbij denken aan een optische transmissie, bijvoorbeeld via optische fibers of  
15 optische registratiedragers, zoals compact disc-achtige media, of een transmissie door middel van magnetische registratiedragers, waarbij gebruik gemaakt kan worden van RDAT of SDAT achtige opname- en weergave-technieken, zie daarvoor het boek "The art of digitale audio" van J. Watkinson, Focal press, London 1988.

20 De ontvanger 5 bevat een decoder, die het in de coder 6 van de zender 1 gekodeerde signaal weer decodeert en omzet in een replica van het breedbandige digitale signaal dat aan de uitgang 8 wordt aangeboden.

Een verdere uitwerking van de ontvanger 5 in figuur 4 is  
25 in figuur 12 weergegeven. Het gekodeerde signaal (het tweede digitale signaal) wordt via de klem 10 aangeboden aan een eenheid 11. De essentiële informatie in het binnenkomende signaal is bevat in de schaal-factoren en de bemonsteringen. De resterende zich in het tweede digitale signaal bevindende informatie is enkel nodig voor een "goede  
30 boekhouding" zodat een korrekte decodering kan plaatsvinden. Het decoder-proces wordt herhaald voor elk frame dat binnenkomt. Uit de frames wordt door de zender eerst de synchronisatie- en systeem informatie afgeleid. In de eenheid 19 wordt telkens de syncwoorden die zich bevinden in de eerste 16 bits van het eerste framedeel van elk frame gedetekteerd. Daar  
35 de sync woorden van opvolgende frames telkens een geheel aantal van  $P'$  of  $P'+1$  informatiepakketten van elkaar liggen kunnen deze syncwoorden zeer nauwkeurig gedetekteerd worden. Is de ontvanger eenmaal in

synchronisatie, dan kan de detektie van het sync woord in de eenheid 19 gerealiseerd worden door telkens om de  $P'$  informatiepakketten een tijdvenster van bijvoorbeeld één informatiepakket lang in de eenheid 19 open te zetten, zodat alleen dat deel van de binnenkomende informatie  
5 aan de sync woord detektor in de eenheid 19 wordt aangeboden. Wordt het sync woord niet gedetekteerd, dan blijft het tijdvenster nog één informatiepakket langer open staan, omdat het voorgaande frame mogelijk een frame met  $P'+1$  informatiepakketten was. Uitgaande van deze sync woorden kan een in de eenheid 19 opgenomen PLL een kloksignaal afleiden  
10 waarmee de centrale besturingseenheid 18 kan worden aangestuurd. Duidelijk is uit het voorgaande dat de ontvanger moet weten hoeveel informatiepakketten één frame bevat. Daartoe wordt de systeeminformatie toegevoegd via een ingang van de besturingseenheid 18 aan schakelmiddelen 15, die dan in de getekende stand staan. De  
15 systeeminformatie kan nu in een geheugen 18a van de besturingseenheid 18 worden opgeslagen. Via de stuursignaalafleiding 20 kan de informatie over het aantal informatiepakketten in een frame aan de eenheid 19 worden toegevoerd, zodat op de juiste momenten het tijdvenster voor de syncwoord detektie kan worden geopend. Na de ontvangst van de systeem-  
20 informatie schakelt de schakelaar 15 over naar de onderste stand. De zich in het tweede framedeel van een frame bevindende allocatie-informatie kan nu in het geheugen 18b worden opgeslagen. Bevat de allocatie-informatie in het binnengekomen frame niet voor alle subbanden en kanalen een allocatiewoord, dan is dat reeds uit de afgeleide systeem  
25 informatie duidelijk geworden. Denk daarbij aan de informatie aangevende of het een A-formaat of een B-formaat frame was. De besturingseenheid 18 zal dus onder invloed van de betreffende informatie in de systeeminformatie de ontvangen allocatiewoorden op de juiste positie in het allocatiegeheugen 18b opslaan. Het spreekt natuurlijk voor zich dat  
30 het allocatiegeheugen 18b in het voorbeeld 64 geheugenposities bezit. Als er geen schaalfactoren worden meegezonden, dan zijn de elementen met referentienummer 11, 12 en 17 overbodig en wordt de inhoud van het derde framedeel van een frame via de ingang 10, die via de verbinding 16 rechtstreeks is gekoppeld met de ingang van de synthese filtermiddelen  
35 21, aan deze filtermiddelen toegevoerd. De volgorde waarin de bemonsteringen aan de filtermiddelen 21 worden toegevoerd is dezelfde als de volgorde waarmee de filtermiddelen 21 de bemonsteringen verwerkt

ter verkrijging van een gerekonstrueerd breedbandig signaal. De allocatie-informatie opgeslagen in het geheugen 18 b is nodig om in de filtermiddelen 21 de seriele datastroom van de bemonsteringen op te delen in de afzonderlijke bemonsteringen, elke bemonstering met het  
5 juiste aantal bits. Daarom wordt de allocatie-informatie via de leiding 22 naar de filtermiddelen 21 toegevoerd. De ontvanger bevat verder nog een de-emphasiseenheid 23 die een de-emphasis uitvoert op het gerekonstrueerde digitale signaal afgegeven door het filter 21. Voor het uitvoeren van de juiste deemphasis dient de betreffende informatie in de  
10 bits 24 tot en met 31 van het eerste framedeel daarom vanuit het geheugen 18a via de leiding 24 aan de-emphasis eenheid 23 te worden toegevoerd.

Bevat het derde framedeel ook nog de schaalfactoren SF j,m, dan zijn de schakelaar 11, het geheugen 12 en de vermenigvuldiger  
15 17 opgenomen in de ontvanger. Op het moment van de binnenkomst van het derde framedeel FD3 van een frame staat de schakelaar 11 onder invloed van een door de besturingseenheid 18 via de leiding 13 toegevoerd stuursignaal, in de onderste stand. De schaalfactoren kunnen nu aan het geheugen 12 worden toegevoerd. Onder invloed van adresseersignalen die  
20 via de leiding 14 door de besturingseenheid 18 aan het geheugen 12 worden aangeboden, worden de schaalfactoren op de juiste positie in het geheugen 12 geplaatst. Het geheugen 12 heeft 64 posities voor de opslag van de 64 schaalfactoren. Ook hier geldt dat, bij ontvangst van een B-formaatframe, de besturingseenheid 18 zodanige adresseersignalen aan het  
25 geheugen 12 toevoert dat alleen de schaalfactoren voor de subbanden 1 tot en met 16 worden overschreven door de schaalfactoren opgeslagen in het B-formaat frame. Vervolgens schakelt de schakelaar 11 om naar de getekende (bovenste) stand onder invloed van het stuursignaal dat via de leiding 13 wordt aangeboden, zodat de bemonsteringen aan de vermenigvul-  
30 diger 17 worden toegevoerd. Onder invloed van de allocatie-informatie die nu via de leiding 22 naar de vermenigvuldiger 17 wordt toegevoerd, leidt de vermenigvuldiger eerst de afzonderlijke bemonsteringen, met de juiste bitlengte, af uit de seriele datastroom die via de leiding 16 wordt toegevoerd. Vervolgens worden de bemonsteringen vermenigvuldigd  
35 zodanig dat zij weer worden opgeschaald naar de juiste waarde die de bemonsteringen hadden voor dat zij in de zender werden omlaag geschaald. Zijn de in het geheugen 12 opgeslagen schaalfactoren de

schaalfactoren waarmee de bemonsteringen in de zender zijn omlaaggeschaald, dan dienen deze schaaalfactoren eerst nog te worden omgekeerd (één gedeeld door de schaaalfaktor wordt bepaald) en daarna aan de vermenigvuldiger 17 te worden aangeboden. Men had deze schaa-  
5 factoren bij ontvangst natuurlijk eerst kunnen omkeren en daarna in het geheugen 12 op kunnen slaan. Waren de schaaalfactoren die in de frames zijn opgeslagen al gelijk aan de waarde waarmee de bemonsteringen tijdens de ontvangst dienen te worden opgeschaald, dan kunnen zij direkt in het geheugen 12 worden opgeslagen en direkt aan de vermenigvuldiger  
10 17 worden aangeboden. Duidelijk is dat er geen geheugen nodig is om, voordat de signaalbewerking op de bemonsteringen die in één frame zijn opgeslagen begint, al deze bemonsteringen eerst in op te slaan. Op het moment van binnenkomst van een bemonstering via de leiding 16 is alle noodzakelijke informatie voor het bewerking van deze bemonstering  
15 al aanwezig, zodat deze bewerking direkt kan plaatsvinden. Dit alles vindt dus plaats onder invloed van besturingssignalen en kloksignalen die door de besturingseenheid 18 aan alle onderdelen van de zender worden toegevoerd. Lang niet alle stuursignalen zijn aangegeven. Noodzakelijk is dat niet, aangezien voor de vakman duidelijk is hoe de  
20 ontvanger funktioneert. Onder invloed van de aansturing door de besturingseenheid 18 worden in de vermenigvuldiger 17 de bemonsteringen en de bijbehorende vermenigvuldigingsfactoren met elkaar vermenigvuldigd. De bemonsteringen die nu weer de korrekte amplitude hebben worden toegevoerd aan het rekonstruktiefilter 18, waarin de  
25 subbandsignalen weer worden omgezet tot het breedbandige digitale signaal. Een verdere uitwerking van de ontvanger lijkt niet nodig aangezien dergelijke ontvangers in het algemeen al bekend zijn, zie bijvoorbeeld de publikatie "Low bit rate coding of high-quality audio signals. An introduction to the MASCAM system" van G. Theile et al in  
30 EBU Technical review nr 230 van augustus 1988. Verder mag het dan duidelijk zijn dat, door het meesturen van de systeeminformatie de ontvanger zeer flexibel kan zijn en voor tweede digitale signalen met verschillende systeeminformatie toch op de juiste wijze deze signalen kan decoderen.  
35                Figuur 13 toont schematisch nog een ander uitvoeringsvoorbeeld van de zender, hier in de vorm van een opneeminrichting, voor het optekenen van het breedbandige digitale



signaal op een registratiedrager, in dit geval een magnetische registratiedrager 25. Het tweede digitale signaal wordt door de encoder 6 toegevoerd aan een schrijfinrichting 27 die is voorzien van een schrijfkop 26, via welke het signaal in een spoor op de

5 registratiedrager wordt opgetekend. Het is daarbij mogelijk het tweede digitale signaal in een enkel spoor op de registratiedrager op te tekenen, bijvoorbeeld door middel van een helical scan recorder, waarbij het enkele spoor dan in feite is opgedeeld in naast elkaar liggende, onder een hoek ten opzichte van de lengterichting van deze

10 registratiedrager, over de registratiedrager verlopende sporen. Te denken valt hierbij aan een RDAT achtige opteken methode. Een andere methode is om de informatie op te splitsen en tegelijkertijd in een aantal naast elkaar en in de lengterichting van de registratiedrager op de registratiedrager liggende sporen op te tekenen. Te denken valt

15 hierbij aan een SDAT achtige manier van optekenen. Een uitgebreide beschrijving van de voornoemde twee methodes is te vinden in het eerdergenoemde boek "The art of a digital audio" van J. Watkinson. Ook hier zij vermeld dat het door de eenheid 6 afgeleverde signaal eerst nog kan worden gekodeerd in een signaalkonverter. Dit koderen kan weer

20 inhouden een 8 naar 10 omzetting gevolgd door een interleaving, zoals reeds beschreven aan de hand van de inrichting van figuur 4. Wordt de gekodeerde informatie in een aantal naast elkaar liggende parallelle sporen op de registratiedrager opgetekend, dan dient deze signaalkonverter bovendien in staat te zijn de gekodeerde informatie over

25 de diverse sporen te verdelen.

Figuur 14 toont schematisch een uitvoeringsvoorbeeld van de ontvanger 5, hier in de vorm van een uitleesinrichting voor het uitlezen uit de registratiedrager 25 van het breedbandige digitale signaal, zoals dat door middel van de inrichting van figuur 13 in de

30 vorm van het tweede digitale signaal op de registratiedrager is opgetekend. Het tweede digitale signaal wordt door de uitleeskop 29 uit een spoor op de registratiedrager uitgelezen en toegevoerd aan de ontvanger 5, die bijvoorbeeld kan zijn opgebouwd in de vorm zoals in figuur 12 is weergegeven. De uitleesinrichting 28 kan weer zijn in de

35 vorm van RDAT-achtige of SDAT-achtige weergeefmethode. Beide methodes zijn weer uitgebreid beschreven in het eerder genoemde boek van Watkinson. Is het door de eenheid 6 in de opneemsnelheid van figuur 13

geleverde signaal eerst nog omgezet, bijvoorbeeld in een 8 naar 10 omzetting en in een interleaving stap, dan dient het uit de registratiedrager 25 uitgelezen gekodeerde signaal eerst een de-interleaving stap en een 10 naar 8 omzetting te ondergaan. Is verder het  
5 gekodeerde signaal in een aantal parallelle sporen in de registratiedrager opgenomen, dan dient de weergeefeenheid van figuur 14 de uit deze sporen uitgelezen informatie eerst in de goede volgorde te zetten, voordat het verder kan worden verwerkt.

Figuur 15 toont een aantal andere mogelijkheden om de  
10 schaaalfactoren en de bemonsteringen in het derde framedeel FD3 van een frame op te slaan. Figuur 15a geeft de eerder beschreven opslag aan waarbij de schaaalfactoren SF voor alle subbanden m en kanalen (I of II) vóór de bemonsteringen in het derde framedeel zijn opgeslagen. Figuur 15b toont dezelfde situatie als in figuur 15a, alleen is nu  
15 schematisch aangegeven de geheugen ruimte voor de schaaalfactoren SF I,m en SF II,m en de bijbehorende x bemonsteringen voor deze beide kanalen in de subband m. In figuur 15b zijn de bemonsteringen voor de twee kanalen in de subband m samengevoegd in blokken weergegeven, terwijl ze normaal verspreid zijn opgeslagen in het derde framedeel. De  
20 bemonsteringen zijn y bits lang. In het eerder besproken voorbeeld is x gelijk aan 12 en we nemen y nu gelijk aan 8. In figuur 15c is nu een andere opslag weergegeven. De beide schaaalfactoren voor het eerste en tweede kanaal in de subband zijn nog aanwezig in het derde framedeel. Alleen, in plaats van de x bemonsteringen voor de beide kanalen (links  
25 en rechts voor een stereosignaal) in de subband m (dus in totaal 2x bemonsteringen), bevinden zich nu in het derde framedeel slechts x bemonsteringen voor de subband m. Deze x bemonsteringen heeft men bijvoorbeeld verkregen door overeenstemmende monsters in elk der beide kanalen bij elkaar op te tellen. Men heeft in feite een monosignaal in  
30 deze subband m verkregen. De x bemonsteringen in figuur 15c hebben elk een lengte van z bits. Indien z gelijk is aan y, dan heeft men ruimte in het derde framedeel uitgespaard, die weer gebruikt kan worden door bemonsteringen die juist nauwkeuriger dienen te worden gekwantiseerd. Het is ook mogelijk de x monsters van het monosignaal in  $Z = 2y$  (=16)  
35 bits uit te drukken. Men past een dergelijke signaalbewerking toe indien het faseverschil tussen het linker en rechter signaaldeel in een subband niet belangrijk is, doch waarbij de golfvorm van het monosignaal juist

9000338

wel belangrijk is. Dit is vooral zo voor de signalen in hoger gelegen subbanden, omdat het oor voor de frekventies in die subbanden minder fasegevoelig is. Door de  $x$  monsters van het monosignaal vervolgens in 16 bits uit te drukken heeft men de golfvorm nauwkeuriger gekwantiseerd, 5 terwijl de ruimte die door deze monsters in het derde framedeel wordt ingenomengelijk is aan die van het voorbeeld van figuur 15b. Nog een andere mogelijkheid is om de monsters in figuur 15 in bijvoorbeeld 12 bits weer te geven. De signaalbeschrijving is dan toch nauwkeuriger dan in het voorbeeld van figuur 15b, terwijl bovendien ruimte in het derde 10 framedeel is uitgespaard. Bij weergave aan de ontvangstzijde van de signalen opgeslagen in het derde framedeel volgens figuur 15c verkrijgt men een stereoeffect dat bekend staat onder het begrip intensiteitsstereo. Alleen de intensiteiten van de linker en rechter signalen (in de subband  $m$ ) verschillen, met de verschillende waarde voor 15 de schaalfactoren  $SF I, m$  en  $SF II, m$ .

Figuur 15d geeft weer een andere mogelijkheid. In dit geval is er slechts één schaalfactor  $SF m$  voor de beide signaaldelen in de subband  $m$ . Dit is een geval dat zich vooral voor laagfrekwente subbanden kan voordoen. Nog een andere mogelijk, die niet verder door 20 middel van een figuur is aangegeven is, dat de  $x$  samples voor de kanalen I en II van subband  $m$ , zoals in figuur 15b, niet zijn voorzien van bijbehorende schaalfactoren  $SF I, m$  en  $SF II, m$ . Deze schaalfactoren zijn dus niet opgenomen in hetzelfde derde framedeel. In dat geval dienen de schaalfactoren  $SF I, m$  en  $SF II, m$  die waren opgeslagen in het derde 25 framedeel van een voorgaand frame gebruikt te worden voor het opschalen van de bemonsteringen in de ontvanger.

Al de aan de hand van figuur 15 besproken mogelijkheden kunnen in de zender worden toegepast om een zo efficiënt mogelijke datatransport via het transmissiemedium te realiseren. Daarbij kunnen dus afwisselend 30 frames in de datastroom optreden zoals ze zijn beschreven aan de hand van figuur 15. Duidelijk zal zijn dat, wil de ontvanger in staat zijn deze verschillende frames toch op de juiste wijze te decoderen, in de systeem informatie additioneel informatie over de opbouw van deze frames dient te worden opgenomen.

35           Figuur 16 toont een verdere uitwerking van de zender 1. De figuur toont hoe de verschillende informaties kunnen worden samengevoegd tot de seriele datastroom zoals in figuur 1, 2 en 3

weergegeven. Figuur 16 toont in feite een verdere uitwerking van de encoder 6 in de zender 1. De encoder bevat een centrale besturingseenheid 30 die een aantal onderdelen in de encoder bestuurt. De encoder bevat een generator 31 opgenomen in de besturingseenheid 30, voor het genereren van de synchronisatie-informatie en de systeem-informatie, zoals aan de hand van figuur 3 besproken, een generator 32 voor het bepalen van de allocatie-informatie, een generator 33 (indien aanwezig) voor het bepalen van de schaalfactoren, een generator 34 voor het bepalen van de bemonsteringen voor een frame.

10 Generator 35 is een generator die het extra informatiepakket IP P'+1 kan genereren. De uitgangen van deze generatoren zijn gekoppeld met bijbehorende ingangen van schakelmiddelen 40, in de vorm van een vijftien schakelaar, waarvan de uitgang is gekoppeld met de uitgang 7 van de encoder 6. De schakelmiddelen 40 worden eveneens bestuurd door de besturingseenheid 30. Via de leidingen 41.1 tot en met 41.4 worden de diverse generatoren bestuurd. De werking van de zender zal besproken aan de hand van een monosignaal dat in M subbandsignalen is opgedeeld. Deze M subbandsignalen  $S_{SB1}$  tot en met  $S_{SBM}$  worden aan de klemmen 45.1, 45.2, ..., 45.M aangeboden. Blokken van bijvoorbeeld 12 monsters van elk van de subbandsignalen worden samengenomen. In de eenheden 46.1 tot en met 46.M, indien aanwezig, worden de twaalf monsters in een blok geschaald op de amplitude van de grootste bemonstering in het blok. De M schaalfactoren worden via de leidingen 47.1 tot en met 47.M toegevoerd aan de eenheid 33 (indien aanwezig). De subband signalen worden zowel toegevoerd naar M kwantisatoren 48.1 tot en met 48.M als naar een eenheid 49. De eenheid 49 bepaalt voor elke subband het aantal bits waarmee de betreffende subbandsignalen dienen te worden gekwantiseerd. Deze informatie wordt via de leidingen 50.1 tot en met 50.M naar de respectieve kwantisatoren 48.1 tot en met 48.M toegevoerd, zodat deze de 12 monsters van elk van de subbandsignalen op de juiste wijze kwantiseren. Bovendien wordt deze (allocatie)informatie toegevoerd aan de eenheid 32. De bemonsteringen van de gekwantiseerde subbandsignalen worden via de leidingen 51.1 tot en met 51.M toegevoerd aan de eenheid 34. De eenheden 32, 33 en 34 zetten de allocatie-informatie, de schaalfactoren en de bemonsteringen in de juiste volgorde en wel de volgorde zoals hiervoor uiteengezet. Bovendien heeft de besturingseenheid 30 de synchronisatie-informatie en de systeem

informatie gevormd, behorende bij het te genereren frame, waarin de voornoemde gegevens opgeslagen in de eenheid 32, 33 en 34 dienen te worden ondergebracht. In de getekende stand van de schakelmiddelen 40 wordt de synchronisatie- en systeeminformatie voor een frame door de generator 31 afgegeven en aan de uitgang 7 toegevoerd. Vervolgens schakelt de schakelaar 40 onder invloed van het stuursignaal van CPU 30 dat via de leiding 53 wordt toegevoerd, om naar de tweede stand van boven, zodat de uitgang van de generator 32 met de uitgang is gekoppeld. De allocatie-informatie wordt nu door de generator 32 aan de uitgang 7 toegevoerd. De volgorde van de allocatie-informatie is zoals aan de hand van figuur 10 of 11 beschreven. Daarna schakelt de schakelaar 40 om naar de derde stand van boven. Dit betekent dat de uitgang van generator 33 met de uitgang 7 is gekoppeld. De generator 33 levert nu de schaaalfactoren in de juiste volgorde af aan de uitgang 7. Dan schakelt de schakelaar 40 om naar de volgende stand, zodat de uitgang van de generator 34 met de uitgang 7 is gekoppeld. De generator 34 levert nu de bemonsteringen in de verschillende subbanden, in de juiste volgorde af aan de uitgang 7. In deze cyclus is nu precies één frame toegevoerd aan de uitgang 7. Vervolgens schakelt de schakelaar 40 weer om naar de bovenste stand. Een nieuwe cyclus begint waarin een volgend blok van 12 monsters voor elke subband wordt gekodeerd en een volgend frame aan de uitgang 7 kan worden gegenereerd. In sommige gevallen, bij voorbeeld indien de bemonsteringsfrequentie  $F_s$  gelijk is aan 44,1 kHz, zie figuur 5, moet een additioneel informatiepakket (het dummy slot, zie figuur 2) worden toegevoegd. In dat geval zal de schakelaar vanuit de stand waarin de generator 34 met de uitgang 7 is gekoppeld naar de onderste stand omschakelen. De uitgang van de generator 35 is nu met de uitgang 7 gekoppeld. De generator 35 genereert nu het additionele informatiepakket  $IP\ P'+1$  dat wordt toegevoerd aan de uitgang 7. Daarna schakelt de schakelaar 40 weer over naar de bovenste stand, voor het begin van de volgende cyclus. Het spreekt natuurlijk voorzich dat, indien men een foutenkorrektie op het door de zender ontvangen signaal wil toepassen, om op deze manier te corrigeren voor fouten die tijdens de transmissie in het verzonden signaal zijn ontstaan, men een zekere kanaalkodering op het tweede digitale signaal zal moeten toepassen. Eveneens is een modulatie van het tweede digitale signaal nodig voor dat het tweede signaal kan worden

verzonden. Via het transmissiemedium wordt dus een digitaal signaal verzonden dat misschien niet direkt herkenbaar is als tweede digitale signaal, doch wat daar wel van is afgeleid. Verder zij nog vermeld dat, bijvoorbeeld in het geval dat de subbanden een verschillende breedte hebben, het aantal bemonsteringen voor de verschillende subbanden die in één derde framedeel zijn opgeslagen verschillend kunnen en waarschijnlijk ook zullen zijn. Nemen wij bijvoorbeeld een opdeling in drie subbanden, een lage subband  $SB_1$ , een middenfrequentie subband  $SB_2$  en een hoge subband  $SB_3$ . De hoge subband  $SB_3$ , zal bijvoorbeeld een twee maal zo grote bandbreedte hebben dan de andere twee subbanden. Dit betekent dat er ook twee maal zoveel monsters voor de subband  $SB_3$  in het derde framedeel zullen zijn opgeslagen dan voor elk der andere subbanden. De volgorde waarmee de bemonsteringen aan het rekonstruktiefilter in de ontvanger worden toegevoerd kan dan zijn: het eerste monster van  $SB_1$ , het eerste monster van  $SB_3$ , het eerste monster van  $SB_2$ , het tweede monster van  $SB_3$ , het tweede monster van  $SB_1$ , het derde monster van  $SB_3$ , het tweede monster van  $SB_2$ , het vierde monster van  $SB_3$  ... enz. De volgorde waarmee de allocatie-informatie voor die subbanden dan in het tweede framedeel is opgeslagen is dan: eerst het allocatiewoord voor  $SB_1$ , dan het allocatiewoord van  $SB_3$ , daarna het allocatiewoord voor  $SB_2$ . Evenzo voor de schaalfactoren. De ontvanger weet verder uit de systeeminformatie dat in dit geval de cyclus bestaat uit groepen van telkens vier monsters, elke groep bevattende één monster van  $SB_1$ , een monster van  $SB_3$ , een monster van  $SB_2$  en vervolgens nog een monster van  $SB_3$ .

Figuur 17 toont een andere indeling van het eerste framedeel FD1. Ook hier bevat het eerste framedeel FD1 precies 32 bits, en is dus gelijk aan één informatiepakket. De eerste 16 bits vormen weer het synchronisatiesignaal (of synchronisatiewoord). Het synchronisatiewoord kan hetzelfde zijn als het synchronisatiewoord van het eerste framedeel FD1 van figuur 3. De informatie opgenomen in de bits 16 tot en met 31 is anders dan de informatie van de bits 16 tot en met 31 in figuur 3. De bits  $b_{16}$  tot en met  $b_{19}$  geven de bitrate index (BR index) aan. De bitrate index is een 4 bits getal, waarvan de betekenis in figuur 18 is aangegeven, zie de tabel in die figuur. Is de bitrate index gelijk aan het 4 bits digitale getal '0000', dan betekent dit de 'free format' konditie, hetgeen wil zeggen dat de bitrate niet is

9000338

aangegeven en dat de decoder afhankelijk is van de detektie van het synchronisatiewoord alleen, om het begin van een nieuw frame te vinden. Het 4 bits digitale getal '1111' wordt niet gebruikt om de detektie van het synchronisatiewoord niet te verstoren. De bitrate index  
 5 is in de tweede kolom van de tabel in figuur 18 weergegeven als decimaal getal overeenkomende met het 4 bits digitale getal. De overeenkomstige waarden van de bitrate staan in kolom 1 weergegeven.

De bits 20 en 21 geven de bemonsteringsfrequentie  $F_s$  aan, zie figuur 18.

10       Figuur 18 toont de vier mogelijke 2 bits digitale getallen voor de bits  $b_{20}$  en  $b_{21}$  en de daarbij behorende bemonsteringsfrequentie. Bit 22 geeft aan of het frame een dummy stot bevat,  $b_{22} = '1'$ , of niet,  $b_{22} = '0'$ . Met de informatie in de bits  $b_{16}$  tot en met  $b_{22}$  is het mogelijk te bepalen hoeveel informatiepakketten  
 15 het frame werkelijk bevat. Anders gezegd: het eerste framedeel bevat ook hier informatie die in relatie staat tot het aantal informatiepakketten in het frame. Daar  $n_s$  bekend is, zijnde gelijk aan het aantal samples van het breedbandige signaal, waarvan de daarmee overeenkomstige tot het tweede digitale signaal behorende informatie zich bevindt in één  
 20 frame, in het voorbeeld is  $n_s = 384$ , kan met behulp van de gegevens uit de tabel in figuur 8 en het padding bit  $b_{22}$  en de formule

$$P = \frac{BR}{N} \times \frac{n_s}{F_s}$$

25 door het systeem bepaald worden hoeveel informatiepakketten B het frame bevat. Het bit  $b_{23}$  is bedoeld om een toekomstige uitbreiding van het systeem aan te kunnen geven. Over deze toekomstige uitbreiding zal hierna nog worden gesproken. Voorlopig wordt aangenomen dat dit bit '0' is. De inhoud van het eerste framedeel, voor wat betreft de bits  $b_{24}$   
 30 tot en met  $b_{31}$ , wordt aan de hand van figuur 19 en 20 uiteengezet. De bits  $b_{24}$  en  $b_{25}$  geeft de 'mode indication' voor het audiosignaal.

Figuur 20 geeft voor de vier mogelijkheden van dit twee bits digitale getal aan of het breedbandige digitale signaal een stereoaudiosignaal ('00'), een monosignaal ('11') een bilingual signaal  
 35 ('10') of een intensiteitsstereoaudiosignaal ('01') is. In dit laatste geval geven de bits 26 en 27 aan welke subbanden volgens de intensiteitsstereomethode zijn verwerkt. Figuur 20 geeft voor de

respektievelijke twee bits getallen '00', '01', '10' en '11' aan dat de subbanden 5-32, resp. 9-32, resp. 13-32 resp. 17-32 volgens de intensiteitsstereomethoden zijn verwerkt. Zoals eerder vermeld kan intensiteitsstereo in de hogere subbanden worden toegepast, omdat het  
5 oor voor de frekventies in die subbanden minder fasegevoelig is. Het bit  $b_{28}$  kan worden gebruikt als copyright bit. Is dit bit '1', dan betekent dit dat de informatie tegen kopiëren beschermd is en dus niet gekopieerd mag/kan worden. Met bit  $b_{29}$  kan worden aangegeven dat de informatie originele informatie is ( $b_{29} = '1'$ ), bijvoorbeeld in het  
10 geval van voorbespeelde banden, of informatie die gekopieerd is ( $b_{29} = '0'$ ). De bits  $b_{30}$  en  $b_{31}$  geven de in de zender eventueel toegepaste emphasis op het breedbandige signaal aan, zie ook de beschrijving bij figuur 7.

Vervolgens zal een andere indeling van het tweede  
15 framedeel FD2 besproken worden voor de diverse mode indicaties weergegeven door de bits  $b_{24}$  tot en met  $b_{27}$  in het eerste framedeel. Het tweede framedeel bevat weer de 4 bits allocatiewoorden waarvan de betekenis reeds aan de hand van figuur 9 is uitgelegd. Voor de stereomode ( $b_{24}, b_{25} = 00$ ) en de bilingual mode ( $b_{24}, b_{25} =$   
20 10) is het tweede framedeel FD2 weer 8 informatiepakketten (slots) lang, en weer opgebouwd, zoals aan de hand van figuur 10 is uiteengezet. In de stereomode staat 'I' in figuur 10 dan bijvoorbeeld voor het linker signaaldeel en 'II' voor het rechter signaaldeel. Voor de bilingual mode staat 'I' dan voor de ene taal en 'II' voor de andere taal. Voor de  
25 monomode ( $b_{24}, b_{25} = 11$ ) is het tweede framedeel FD2 natuurlijk slechts 4 informatiepakketten (slots) lang. De volgorde van de allocatiewoorden voor de diverse subbanden 1 tot en met 32 in de vier informatiepakketten (slots) 2 tot en met 5 van het frame, is door middel van figuur 21 weergegeven. Elk grootte M-i staat dus voor een vier  
30 bits allocatiewoord dat aangeeft met hoeveel bits per sample, de samples in de subband met rangnummer i, zijn weergegeven, waarbij i loopt van 1 tot en met 32. In de intensity stereomode ( $b_{24}, b_{25} = 01$ ) zijn er vier mogelijkheden die worden weergegeven met de bits  $b_{26}$  en  $b_{27}$ , zie figuur 20. Al deze mogelijkheden leveren een verschillende inhoud  
35 van het tweede framedeel FD2.

Figuur 22 geeft in de figuren 22a tot en met 22d de vier inhouden van het tweede framedeel weer. Zijn de switch bits  $b_{26}, b_{27}$



gelijk aan '00' dan zijn de signalen in de subbanden 1 tot en met 4 normale stereosignalen en de signalen in de subbanden 5 tot en met 32 intensiteitsstereosignalen. Voor de subbanden 1 tot en met 4 dienen dus voor de linker en rechter signaaldelen in deze subbanden bijbehorende  
5 allocatiwoorden te worden opgeslagen in het tweede framedeel. Dit is in figuur 22a weergegeven door de achtereenvolgende allocatiwoorden  $AW(L, 1)$ ;  $AW(R, 1)$ ;  $AW(L, 2)$ ;  $AW(R, 2)$ ; ...  $AW(R, 4)$ , die in het slot 2 van het frame, zijnde het eerste slot van het tweede framedeel zijn opgeslagen. In figuur 22a zijn slechts de indices (i-j) van de  
10 allocatiwoorden aangegeven, waarbij i gelijk is aan L of R en het linker resp. rechter signaaldeel aangeven, en j loopt van 1 tot en met 4, en het rangnummer van de subband aangeeft. Voor de subbanden 5 tot en met 32 bevatten de linker en rechter signaaldelen dezelfde reeks bemonsteringen. Enkel de schalfactoren voor de linker- en rechter  
15 signaaldelen in een subband verschillen. Een dergelijke subband heeft dus slechts één allocatiwoord nodig. De allocatiwoorden  $AW(i, j)$  voor deze subbanden 5 tot en met 32 zijn weergegeven met de indices M-j, waarbij i dus voor al de subbanden gelijk is aan M en j loopt van 5 tot en met 32.

20           Uit figuur 22a blijkt dat voor het opnemen van de 36 allocatiwoorden in het tweede framedeel  $4 \frac{1}{2}$  informatiepakketten nodig zijn. Zijn de switch bits  $b_{26}$ ,  $b_{27}$  gelijk aan '01' dan zijn de signalen in de subbanden 1 tot en met 8 normale stereosignalen en de signalen in de subbanden 9 tot en met 32 zijn  
25 intensiteitsstereosignalen. Voor elk van de subbanden 1 tot en met 8 zijn dus twee allocatiwoorden  $AW(L, j)$  en  $AW(R, j)$  nodig en voor elk van de subbanden 9 tot en met 32 slechts één allocatiwoord  $AW(M, j)$ . In totaal dus 40 allocatiwoorden die in vijf informatiepakketten (slots), te weten IP2 tot en met IP6 van het frame, zijn opgenomen. Dit  
30 is in figuur 22b zichtbaar. Het tweede framedeel FD2 is in dit geval dus vijf informatiepakketten (slots) lang.

Zijn de switch bits  $b_{26}$ ,  $b_{27}$  gelijk aan '10' dan zijn de signalen in de signalen 1 tot en met 12 normale stereosignalen en de signalen in de subbanden 13 tot en met 32 zijn  
35 intensiteitsstereosignalen. Figuur 22c geeft de indeling van het tweede framedeel FD2 met de allocatiwoorden voor de verschillende subbanden. Het tweede framedeel is nu  $5 \frac{1}{2}$  informatiepakketten (slots) lang om

9000338

alle allocatiemoorden te kunnen bevatten. Zijn de switch bits  $b_{26}$ ,  $b_{27}$  gelijk aan '11', dan zijn de signalen in de subbanden 1 tot en met 16 normale stereosignalen en de signalen in de subbanden 17 tot en met 32 intensiteitssignalen. Er zijn nu 48 allocatiemoorden nodig, die zijn opgeslagen in het tweede framedeel dan nu 6 informatiepakketten (slots) lang is, zie figuur 22d.

Wat er in het voorgaande is gezegd over de schaalfactoren geldt ook hier. Aannemende dat geen van de subbanden, en geen van de kanalen een allocatiemoord 0000 toegewezen heeft gekregen, dan zijn, zowel voor de stereomode, als in alle intensiteitsstereomodes 64 schaalfactoren nodig. In alle intensiteitsstereomodes geldt namelijk dat elke mono-subband twee schaalfactoren dient te bezitten om intensiteitsstereo voor het linker- en het rechterkanaal in deze subband mogelijk te maken, zie figuur 15c.

Het spreekt natuurlijk voor zich dat in de monomode, het aantal schaalfactoren de helft is, gelijk aan 32, waarbij weer is aangenomen, dat geen van de subbanden het allocatiemoord 0000 heeft toegewezen gekregen.

Nu zal een methode voor de bepaling van de 6 bits schaalfactoren worden uiteengezet. Zoals eerder is aangegeven worden voor telkens 12 bemonsteringen van een subband-kanaal het sample bepaald met de grootste absolute waarde.

Figuur 24a toont dit maximale sample  $|S_{\max}|$ . Het eerste bit, aangegeven met SGN is het tegenbit, en is '0', aangezien het de absolute waarde van  $S_{\max}$  betreft. De bemonsteringen zijn in two's-complement notatie aangegeven. Vervolgens bevat het sample  $k$  'nullen', gevolgd door een '1'. De waarde van de resterende bits van het 24 bits digitale getal zijn niet belangrijk en kunnen dus een '0' of een '1' zijn.

$|S_{\max}|$  wordt nu vermenigvuldigd met  $2^k$ , zie figuur 24b. Vervolgens wordt  $|S_{\max}| \cdot 2^k$  vergeleken met een digitaal getal.  $DV_1$  gelijk aan 010100001100000000000000 en een digitaal getal  $DV_2$  gelijk aan 011001100000000000000000. Is  $|S_{\max}| \cdot 2^k < DV_1$ , dan wordt een zekere konstante  $p$  gelijk aan 2 genomen. Geldt dat

$DV_1 \leq |S_{\max}| \cdot 2^k < DV_2$ , dan neemt men  $p=1$ . Is

$|S_{\max}| \cdot 2^k \geq DV_2$  dan is  $p=0$ .

Het getal  $k$  begrenst men tot  $0 \leq k \leq 20$ .

9000538

De schaalfactor SF wordt nu bepaald door de getallen k en p en wel volgens de volgende formule.

$$SF=3k+p$$

De maximale waarde voor SF is dus 62. Dit betekent dat de  
 5 schaalfactoren door middel van 6 bits getallen kunnen worden  
 weergegeven, waarbij het zes bits getal 111111 (wat toch overeenkomt met  
 het decimale getal 63) niet behoeft te worden gebruikt. In feite zijn de  
 6 bits binaire getallen niet de schaalfactoren zelf, doch staan in een  
 eenduidig verband met de werkelijke schaalfactoren op een wijze zoals  
 10 hierna zal worden aangegeven. Alle 12 bemonsteringen S worden nu  
 vermenigvuldigd met een getal dat in relatie staat tot de waardes voor k  
 en p. De 12 bemonsteringen worden elk als volgt vermenigvuldigd.

$$S' = S \times 2^k \times g(p)$$

waarbij het getal g(p) als volgt samenhangt met p:

15  $g(p)=1$  voor  $p=0$

$$g(p)=1+2^{-2}+2^{-8}+2^{-10}+2^{-16}+2^{-18}+2^{-23} \text{ voor } p=1$$

$$g(p)=1+2^{-1}+2^{-4}+2^{-6}+2^{-8}+2^{-9}+2^{-10}+2^{-13}+2^{-15}+2^{-16}+2^{-17}+2^{-19}+2^{-20} \text{ voor } p=2.$$

De grootheid k geeft het aantal stappen in 6 dB aan, terwijl de factoren  
 20 g(1) en g(2) benaderingen zijn om zo nauwkeurig mogelijk stappen van 2  
 dB te realiseren. De aldus geschaalde bemonsteringen S' worden nu  
 gekwantiseerd om door q bits digitale getallen in 2's complement notatie  
 te kunnen worden gerepresenteerd. Dit is door middel van figuur 25  
 weergegeven voor q=3. De geschaalde bemonsteringen s' hebben een waarde  
 25 die ligt tussen +1 en -1, zie figuur 25a. In de kwantisator moeten deze  
 bemonsteringen worden gerepresenteerd door middel van q bits, waarbij q  
 overeenkomt met de allocatie waarde voor de betreffende subband  
 (kanaal). Omdat het q bits digitale getal met allemaal 'enen' als  
 representatie voor een bemonstering, zoals eerder gezegd, niet gebruikt  
 30 wordt moet het totale interval, van -1 naar +1 verdeeld worden over  $2^q - 1$   
 kleinere intervals. Daartoe worden de geschaalde bemonsteringen S'  
 met behulp van de volgende formule getransformeerd worden naar  
 bemonsteringen S'' volgens  $S'' = S' (1 - 2^{-q}) - 2^{-q}$ ,

De bemonsteringen S'' worden vervolgens op q bits  
 35 getrunceerd, zie figuur 25c. Omdat de '111' representatie niet is  
 toegestaan worden de tekenbits geïnverteerd, zie figuur 25d. De q(=3)  
 bits getallen weergegeven in figuur 25d worden nu in het derde framedeel

9000338

FD3, zie figuur 2, opgeslagen.

Bemonsteringen  $S'$  waarvoor geldt  $-1 \leq S' < -0.71$  worden dus gerepresenteerd door het  $q(=3)$  bits digitale getal '000', zie figuur 25a en 25d.

- 5 Bemonsteringen  $S'$  waarvoor geldt  $-0.71 \leq S' < -0.14$  worden gerepresenteerd door het digitale getal '001'. Dit gaat zo door voor bemonsteringen  $S'$  met grotere waarde, totdat voor de bemonsteringen waarvoor geldt  $0.71 \leq S' < 1$  de bemonsteringen gerepresenteerd worden door het digitale getal '110'. Het digitale getal '111' wordt dus niet  
10 gebruikt.

- Het dekwantiseren aan de ontvangstzijde vindt op een wijze plaats die invers is aan de kwantisatie aan de zenzijde, zie figuur 26. Dit betekent dat van de  $q$  bits digitale getallen eerst het tekenbit wordt geïnverteerd ter verkrijging van de normale 2's  
15 complement notatie, zie figuur 26b.

Vervolgens worden de bemonsteringen  $S'$  verkregen uit de getransformeerde bemonsteringen  $S''$  door middel van de formule  

$$S' = (S'' + 2^{-q+1})(1 + 2^{-q} + 2^{-2q} + 2^{-3q} + 2^{-4q} + \dots),$$
 zie figuur 26c en 26d.

- 20 De aldus verkregen waardes  $S'$  vallen nu precies in de oorspronkelijke intervallen van figuur 25a. Vervolgens vindt aan de ontvangstzijde een schaling plaats van de bemonsteringen  $S'$  naar de oorspronkelijke amplitudes door middel van de overgezonden informatie  $k, p$  die in relatie staan tot de schalfactoren. Zo geldt aan de ontvangstzijde voor  
25 een getal  $g'(p)$ :

$$\begin{aligned} g'(p) &= 1 && \text{voor } p=0 \\ g'(p) &= 2^{-1} + 2^{-2} + 2^{-5} + 2^{-6} && \text{voor } p=1 \\ g'(p) &= 2^{-1} + 2^{-3} + 2^{-8} + 2^{-9} && \text{voor } p=2 \end{aligned}$$

- De schaling naar de oorspronkelijke amplitudes vindt nu plaats met de  
30 volgende formule:  

$$S = S' \cdot 2^{-k} \cdot g'(p).$$

- In de twee mogelijke uitvoeringsvormen van een frame, zoals beschreven aan de hand van figuur 2 en 3 resp. figuur 2 en 17 en 19 is het mogelijk dat het derde framedeel niet geheel gevuld is met  
35 informatie. Dit zal vaker en eerder gebeuren naar mate de algoritmen voor subbandcodering, dat wil zeggen, het geheel van onderverdeling van het signaal in subbandsignalen en het opvolgende kwantiseren van de

9000538

bemonsteringen in de diverse subbanden, beter worden. Het zal dan namelijk mogelijk worden de informatie met minder bits (gemiddeld per sample) over te zenden. Het wordt dan mogelijk in het ongebruikte gedeelte van het derde framedeel additionele informatie over te zenden.

- 5 In het eerste framedeel FD1 van figuur 17 is daarmee reeds rekening gehouden door middel van het "future-use" bit  $b_{23}$ . In het normale geval is dit bit gelijk aan '0', zoals uit figuur 18 blijkt.

- Is een extra signaal in het derde framedeel FD3 van een frame opgenomen dan is het "future-use" bit  $b_{23}$  in het eerste  
10 framedeel FD1, zie figuur 17, gelijk aan '1'. Bij het uitlezen van het eerste framedeel FD1 kan de ontvanger dus vaststellen dat het frame additionele informatie bevat. Uit de allocatieinformatie en de schaalfactoren, zie figuur 23, weet de ontvanger dat slechts het met FD4 in figuur 23 aangegeven deel van het derde framedeel FD3 gekwantiseerde  
15 bemonsteringen van de subband signalen bevat. Het resterende deel, aangegeven met FD5 in figuur 23 bevat nu additionele informatie. De eerste bits in dit framedeel FD5 zijn met 'EXT INFO' of wel extensie informatie aangegeven. Deze bits geven aan wat voor soort informatie de additionele informatie is. Men zou bij additionele informatie kunnen  
20 denken aan een additoneel audiokanaal, bijvoorbeeld voor het overzenden van een tweede stereosignaal. Een andere mogelijkheid is dat deze twee audiokanalen worden gebruikt om, tesamen met de audiosubbandsignalen in het framedeel FD4, 'surround-sound' te realiseren. In dat geval zou de voor-achter informatie, die bij surround-sound nodig is, in het  
25 framedeel FD5 opgenomen kunnen worden. Het framedeel FD5 kan dan in het met FD6 aangegeven deel ook weer allocatieinformatie, schaalfactoren en bemonsteringen (in deze volgorde) bevatten, waarbij de volgorde van de allocatielwoorden en de schaalfactoren weer gelijk kan zijn aan de volgorde zoals die hiervoor aan de hand van figuur 2 en 3 en figuur 2,  
30 17 en 19 is beschreven.

- Eenvoudige ontvangers kunnen, in het voorbeeld van 'surround-sound', enkel de stereoaudioinformatie in de framedelen FD2 en FD3, uitgezonderd het framedeel FD5, decoderen. Meer uitgebreidere ontvangers hebben de mogelijkheid om surround-sound informatie te kunnen  
35 weergeven, en gebruiken daartoe bovendien de informatie in het framedeel FD5.

Uit de 'extensie-info' bits kan ook blijken dat de in het

framedeel FD6 opgenomen informatie tekst is, bijvoorbeeld in de vorm van ASCII karakters. Er valt zelfs te denken aan het opnemen van video of beeldinformatie in het framedeel FD6, welke informatie weer is gekenmerkt door de 'extension-info' bits.

- 5           Er zij hier vermeld dat de uitvinding niet is beperkt tot enkel de getoonde uitvoeringsvoorbeelden. De uitvinding is evenzeer van toepassing op die uitvoeringsvorm die op niet op de uitvinding, zoals die in de claims is weergegeven, betrekking hebbende punten van de getoonde uitvoeringsvoorbeelden verschillen.

9000358

Conclusies

1. Een digitaal transmissiesysteem met een zender een een ontvanger, voor het verzenden via een transmissiemedium, en ontvangen van, een breedbandige digitaal signaal met een zekere bemonsterfrequentie  $F_s$ , bij voorbeeld een digitaal audiosignaal,
- 5 waarbij de zender is voorzien van een ingangsklem voor het ontvangen van het breedbandige digitale signaal, welke ingangsklem is gekoppeld met een ingang van een tot de zender behorende signaalbron die is ingericht voor het genereren en aan een uitgang toevoeren van een tweede digitaal signaal, dat is opgebouwd uit op elkaar volgende frames waarbij elke
- 10 frame is opgebouwd uit een aantal informatiepakketten, elk informatiepakket bevattende  $N$  bits waarbij  $N$  groter is dan 1, waarbij de ontvanger is voorzien van een decoder met een ingang voor het ontvangen van het tweede digitale signaal, welke decoder is voorzien van een uitgang die is gekoppeld met een uitgangsklem voor het afgeven van het
- 15 breedbandige digitale signaal, met het kenmerk, dat, indien  $P$  in de formule

$$P = \frac{BR}{N} \times \frac{n_s}{F_s}$$

- 20 waarbij  $BR$  gelijk is aan de bitrate van het tweede digitale signaal, en  $n_s$  het aantal samples is van het breedbandige digitale signaal, waarvan de daarmee overeenkomstige tot het tweede digitale signaal behorende informatie, zich bevindt in één frame van het tweede digitale
- 25 signaal, een geheel getal is, het aantal informatiepakketten  $B$  in één frame gelijk is aan  $P$ , en dat, indien  $P$  geen geheel getal is, het aantal informatiepakketten in een aantal van de frames gelijk is aan  $P'$ , waarbij  $P'$  het eerste op  $P$  volgende lager gelegen gehele getal is, en
- 30 het aantal informatiepakketten in de andere frames gelijk is aan  $P'+1$ , zodanig dat precies voldaan wordt aan de eis dat de gemiddelde frame rate van het tweede digitale signaal in hoofdzaak gelijk is aan  $F_s/n_s$ ,

dat een frame is opgebouwd uit ten minste een eerste framedeel, bevattende synchronisatie-informatie.

2. Transmissiesysteem volgens konklusie 1, met het kenmerk, dat het eerste framedeel verder informatie bevat die in relatie staat tot het aantal informatiepakketten in het frame.

3. Transmissiesysteem volgens konklusie 1 of 2, met het kenmerk, dat een frame is opgebouwd uit een eerste framedeel, een tweede framedeel en een derde framedeel, het eerste framedeel verder bevattende systeem-informatie, het tweede en derde framedeel bevattende signaal-informatie.

4. Transmissiesysteem volgens konklusie 1, 2 of 3, met het kenmerk dat, indien een frame  $P'+1$  informatiepakketten bevat, het eerste framedeel informatie bevat die overeenstemt met  $P'$ .

5. Transmissiesysteem volgens konklusie 3 of 4, waarbij de zender is voorzien van een koder bevattende signaalsplitsingsmiddelen voor het in responsie op het breedbandige-digitale signaal opwekken van een tweede digitale signaal in de vorm van een aantal van  $M$  deelsignalen, waarbij  $M$  groter is dan 1, en bevattende middelen voor het kwantiseren van de respektieve deelsignalen, met het kenmerk, dat het tweede framedeel van een frame allokatie-informatie bevat aangevende voor ten minste een aantal van de deelsignalen het aantal bits waarmee de bemonsteringen zijn weergegeven van de, uit die deelsignalen verkregen, gekwantiseerde deelsignalen, en dat het derde framedeel de bemonsteringen bevat van ten minste deze gekwantiseerde deelsignalen (indien aanwezig).

6. Transmissiesysteem volgens konklusie 5, waarbij de signaalsplitsingsmiddelen zijn in de vorm van analysefiltermiddelen voor het in responsie op het breedbandige digitale signaal opwekken van een aantal van  $M$  sub-band signalen, welke analysefiltermiddelen de signaalband van het breedbandige digitale signaal met bemonsterfrequentieverlaging opdelen in opeenvolgende sub-banden met bandnummers  $m$  die toenemen met de frequentie, en de kwantiseringsmiddelen zijn ingericht voor het bloksgewijs kwantiseren van de respektieve sub-band signalen, met het kenmerk, dat de allocatie-informatie in het tweede framedeel van een frame voor tenminste een aantal van de subbandsignalen het aantal bits aangeeft waarmee de bemonsteringen zijn weergegeven van de, uit die subbandsignalen



verkregen, gekwantiseerde subbandsignalen, en dat het derde framedeel de bemonsteringen bevat van ten minste deze gekwantiseerde subbandsignalen (indien aanwezig).

7. Transmissiesysteem volgens konklusie 6, met het kenmerk,  
5 dat het derde framedeel additioneel informatie bevat die in relatie staat tot schaaalfactoren, een  
schaalfaktor behorend bij ten minste één van de gekwantiseerde subband signalen opgeslagen in het derde framedeel, en dat de  
schaalfaktor informatie vóór de gekwantiseerde subbandsignalen in  
10 het derde framedeel zijn opgeslagen.
8. Transmissiesysteem volgens konklusie 6 of 7, waarbij de  
ontvanger is voorzien van een dekodeur bevattende synthesefiltermiddelen  
voor het in responsie op de respektieve gekwantiseerde subbandsignalen  
konstrueren van een replica van het breedbandige digitale signaal, welke  
15 synthesefiltermiddelen de subbanden met bemonsterfrequentieverhoging  
samenvoegen tot de signaalband van het breedbandige digitale signaal,  
met het kenmerk, dat de bemonsteringen van de subbandssignalen (indien  
aanwezig) in een volgorde in het derde framedeel zijn opgeslagen die  
overeenkomt met de volgorde waarmee deze bemonsteringen na ontvangst in  
20 de ontvanger aan de synthesefiltermiddelen worden aangeboden.
9. Transmissiesysteem volgens konklusie 8, met het kenmerk  
dat de allocatie informatie voor de verschillende gekwantiseerde  
subbandsignalen in een zelfde volgorde in het tweede framedeel is  
opgeslagen.
- 25 10. Transmissiesysteem volgens konklusie 9, met het kenmerk,  
dat de schaaalfaktor informatie voor de schaaalfactoren in een volgorde in  
het derde framedeel zijn opgeslagen die overeenkomt met de volgorde  
waarin de allocatie-informatie voor de bij die schaaalfactoren behorende  
gekwantiseerde subbandsignalen in het tweede framedeel is opgeslagen.
- 30 11. Transmissiesysteem volgens één der konklusies 6 tot  
en met 10, waarbij het breedband digitale signaal is opgebouwd uit een  
eerste en een tweede signaaldeel, bij voorbeeld een digitaal  
stereosignaal, waarbij de analysefiltermiddelen verder zijn ingericht  
voor het in response op de eerste en tweede signaaldelen opwekken van  
35 een aantal van M subband signalen, waarbij elk subband signaal is  
opgebouwd uit een eerste en een tweede subbandsignaaldeel, de middelen  
verder zijn ingericht voor het kwantiseren van de respektieve eerste en

tweede subbandsignaaldelen in een zekere subband, met het kenmerk, dat het tweede framedeel van een frame allocatie-informatie bevat, aangevende voor genoemde subband, het aantal bits waarmee de bemonsteringen zijn weergegeven van de, uit elk der twee subbandsignalen van genoemde subband verkregen, gekwantiseerde eerste en tweede subband signaaldelen, en dat het derde framedeel de bemonsteringen bevat van deze gekwantiseerde eerste en tweede subband signaaldelen (indien aanwezig).

12. Transmissiesysteem volgens konklusie 11, voor zover afhankelijk van konklusie 7, met het kenmerk, dat het derde framedeel voor genoemde subband schaaftactor informatie voor twee schaaftactoren bevat, elke schaaftactor behorend bij een van het eerste en tweede gekwantiseerde subband signaaldeel uit genoemde subband.

13. Transmissiesysteem volgens konklusie 11 of 12, voor zover afhankelijk van konklusie 8, waarbij de synthesefiltermiddelen zijn ingericht voor het in responsie op de respektieve gekwantiseerde subbandsignaaldelen konstrueren van een replika van het uit het eerste en het tweede signaaldeel opgebouwde breedbandige digitale signaal, met het kenmerk, dat de bemonsteringen van de subbandsignaaldelen (indien aanwezig) in een volgorde in het derde framedeel zijn opgeslagen die overeenkomt met de volgorde waarmee de bemonsteringen van deze subbandsignaaldelen, na ontvangst in de ontvanger, aan de synthesefiltermiddelen worden aangeboden.

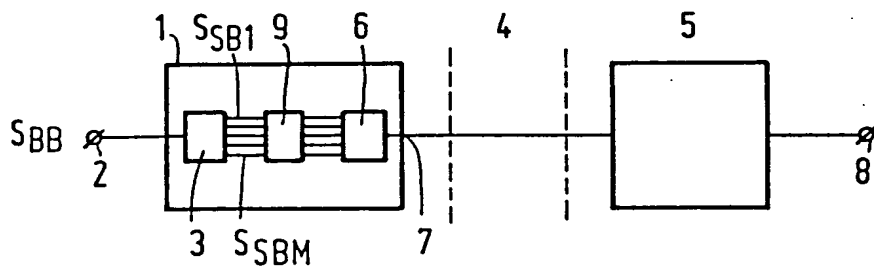
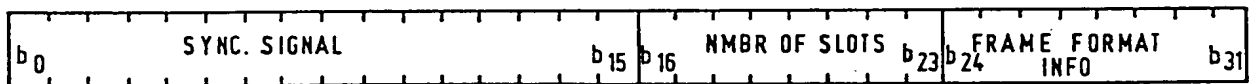
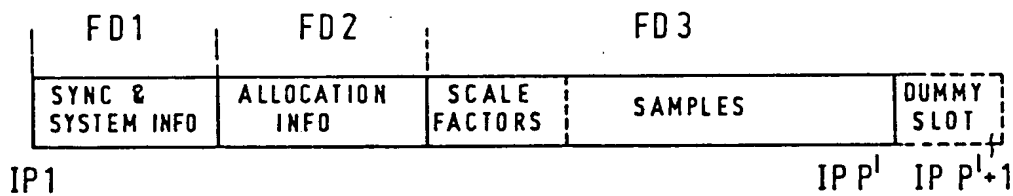
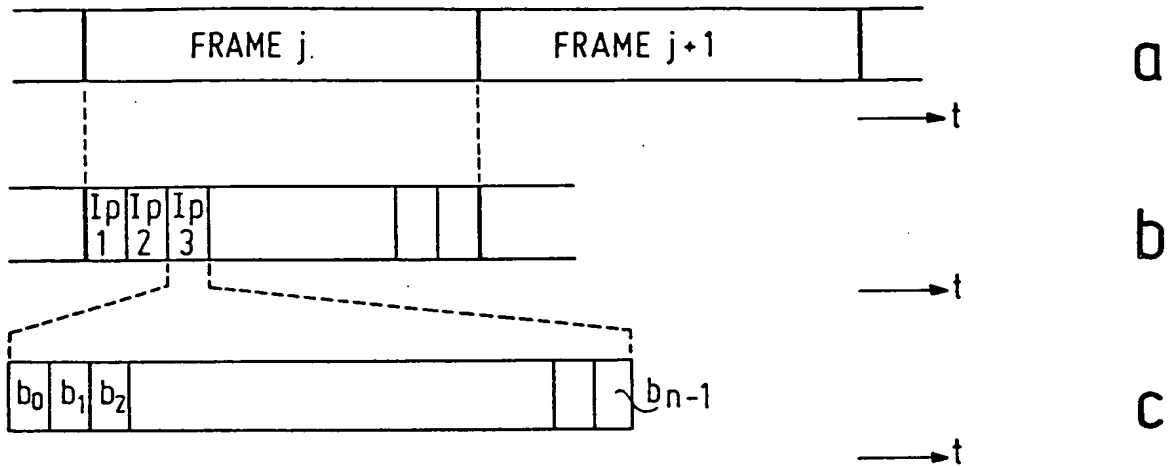
14. Transmissiesysteem volgens konklusie 13, met het kenmerk, dat de allocatie-informatie voor de verschillende gekwantiseerde subbandsignaaldelen in een zelfde volgorde in het tweede framedeel is opgeslagen.

15. Transmissiesysteem volgens konklusie 14, met het kenmerk, dat de schaaftactor informatie voor de schaaftactoren in een volgorde in het derde framedeel zijn opgeslagen die overeenkomt met de volgorde waarin de allocatie-informatie voor de bij die schaaftactoren behorende eerste en tweede gekwantiseerde subband signaaldelen in het tweede framedeel zijn opgeslagen en dat de schaaftactor informatie vóór de gekwantiseerde subband signaaldelen in het derde framedeel zijn opgeslagen.

16. Transmissiesysteem volgens konklusie 5, met het kenmerk, dat het  $(P'+1)$ -de informatiepakket geen bruikbare informatie bevat.

9000338

17. Transmissiesysteem volgens één der voorgaande konklusies, met het kenmerk, dat de frames een vierde framedeel bevatten, waarin foutendetektie- en/of foutenkorrektie-informatie is opgenomen.
- 5 18. Zender te gebruiken in een transmissiesysteem volgens één der voorgaande konklusies.
19. Zender volgens konklusie 18, met het kenmerk, dat de zender is in de vorm van een inrichting voor het optekenen van het tweede digitale signaal in een spoor op een registratiedrager.
- 10 20. Registratiedrager verkregen met de zender volgens konklusie 19, met het kenmerk, dat in het spoor het tweede digitale signaal is opgenomen.
21. Ontvanger, te gebruiken in een transmissiesysteem volgens één der konklusies 1 tot en met 16.
- 15 22. Ontvanger volgens konklusie 21, met het kenmerk, dat de ontvanger is in de vorm van een inrichting voor het uitlezen van het tweede digitale signaal uit een spoor op een registratiedrager.



2/10

BR bitrate (kbits/s)	Fs sample freq. (kHz)	B # slots in a frame
128	32	48
	44.1	34 + padding
	48	32
192	32	72
	44.1	52 + padding
	48	48
256	32	96
	44.1	69 + padding
	48	64
384	32	144
	44.1	104 + padding
	48	96

FIG. 5

bitrate (kbits/s)	total # frames in padding sequence	# frames with a dummy slot
128	147	122
192	49	12
256	147	97
384	49	24

FIG. 6

9000338

3/10

Bit 24 :	Frame type	0	format A
		1	format B
Bits 25 and 26: Copyright		0 0	no copyright, own rec.
		0 1	no copyright, software
		1 0	copyright, own recording
		1 1	copyright, software
Bits 27 - 31 :	Mode indication		

		Sample Freq.	Emphasis
0 0 0 0 0	Stereo	48 kHz	no emphasis
0 0 0 0 1	Stereo	48 kHz	50/15 $\mu$ sec
0 0 0 1 0	Stereo	44.1 kHz	no emphasis
0 0 0 1 1	Stereo	44.1 kHz	50/15 $\mu$ sec
0 0 1 0 0	Stereo	32 kHz	no emphasis
0 0 1 0 1	Stereo	32 kHz	50/15 $\mu$ sec
0 0 1 1 0		reserved	
0 0 1 1 1		reserved	
0 1 0 0 0	2 Chan.	48 kHz	no emphasis
0 1 0 0 1	2 Chan.	48 kHz	50/15 $\mu$ sec
0 1 0 1 0	2 Chan.	44.1 kHz	no emphasis
0 1 0 1 1	2 Chan.	44.1 kHz	50/15 $\mu$ sec
0 1 1 0 0	2 Chan.	32 kHz	no emphasis
0 1 1 0 1	2 Chan.	32 kHz	50/15 $\mu$ sec
0 1 1 1 0		reserved	
0 1 1 1 1		reserved	
1 0 0 0 0	1 Chan.	48 kHz	no emphasis
1 0 0 0 1	1 Chan.	48 kHz	50/15 $\mu$ sec
1 0 0 1 0	1 Chan.	44.1 kHz	no emphasis
1 0 0 1 1	1 Chan.	44.1 kHz	50/15 $\mu$ sec
1 0 1 0 0	1 Chan.	32 kHz	no emphasis
1 0 1 0 1	1 Chan.	32 kHz	50/15 $\mu$ sec
1 0 1 1 0		reserved	
1 0 1 1 1	1 Chan.	48 kHz	CCITT J.17
1 1 0 0 0	Stereo	48 kHz	CCITT J.17
1 1 0 0 1	2 Chan.	48 kHz	CCITT J.17
1 1 0 1 0	Stereo	44.1 kHz	CCITT J.17
1 1 0 1 1	2 Chan.	44.1 kHz	CCITT J.17
1 1 1 0 0	Stereo	32 kHz	CCITT J.17
1 1 1 0 1	2 Chan.	32 kHz	CCITT J.17
1 1 1 1 0	1 Chan.	32 kHz	CCITT J.17
1 1 1 1 1	1 Chan.	44.1 kHz	CCITT J.17

FIG. 7

mode	channel I	channel II
stereo	left	right
2 channel mono	program I	program II
1 channel mono	program I	not used

FIG. 8

9000538

3-X-PHN 13241

4/10

allocation info	length of samples in bits	
0000	-	(no samples or scale factors transferred)
0001	2	
0010	3	
0011	4	
0100	5	
0101	6	
0110	7	
0111	8	
1000	9	
1001	10	
1010	11	
1011	12	
1100	13	
1101	14	
1110	15	
1111	not used to prevent incorrect sync detection	

FIG.9

slot 2:							
I-1	II-1	I-2	II-2	I-3	II-3	I-4	II-4
slot 3:							
I-5	II-5	I-6	II-6	I-7	II-7	I-8	II-8
slot 4:							
I-9	II-9	I-10	II-10	I-11	II-11	I-12	II-12
slot 5:							
I-13	II-13	I-14	II-14	I-15	II-15	I-16	II-16
slot 6:							
I-17	II-17	I-18	II-18	I-19	II-19	I-20	II-20
slot 7:							
I-21	II-21	I-22	II-22	I-23	II-23	I-24	II-24
slot 8:							
I-25	II-25	I-26	II-26	I-27	II-27	I-28	II-28
slot 9:							
I-29	II-29	I-30	II-30	I-31	II-31	I-32	II-32

FIG.10

slot 2:							
I-1	II-1	I-2	II-2	I-3	II-3	I-4	II-4
slot 3:							
I-5	II-5	I-6	II-6	I-7	II-7	I-8	II-8
slot 4:							
I-9	II-9	I-10	II-10	I-11	II-11	I-12	II-12
slot 5:							
I-13	II-13	I-14	II-14	I-15	II-15	I-16	II-16

FIG.11

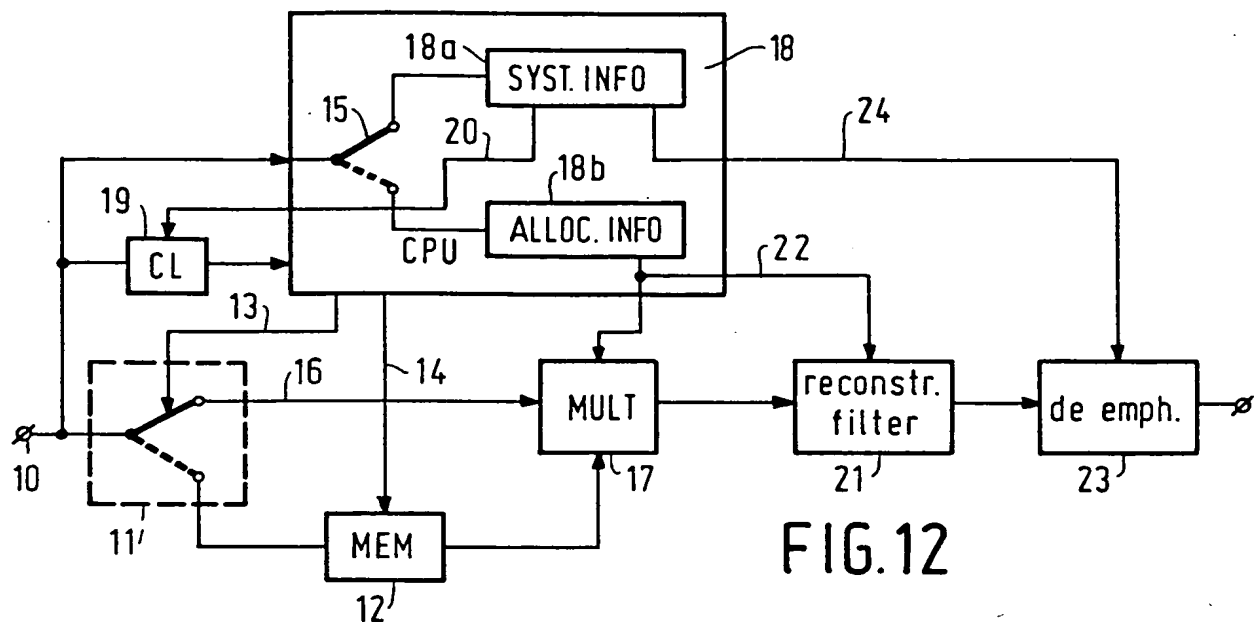


FIG. 12

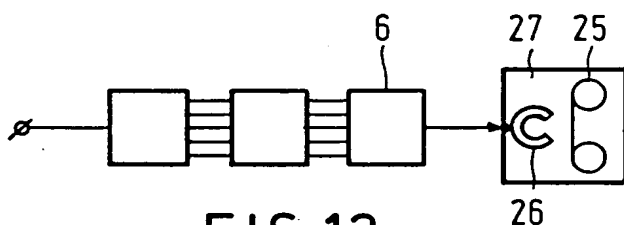


FIG. 13

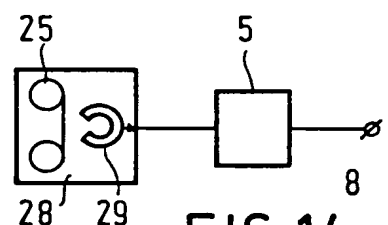


FIG. 14

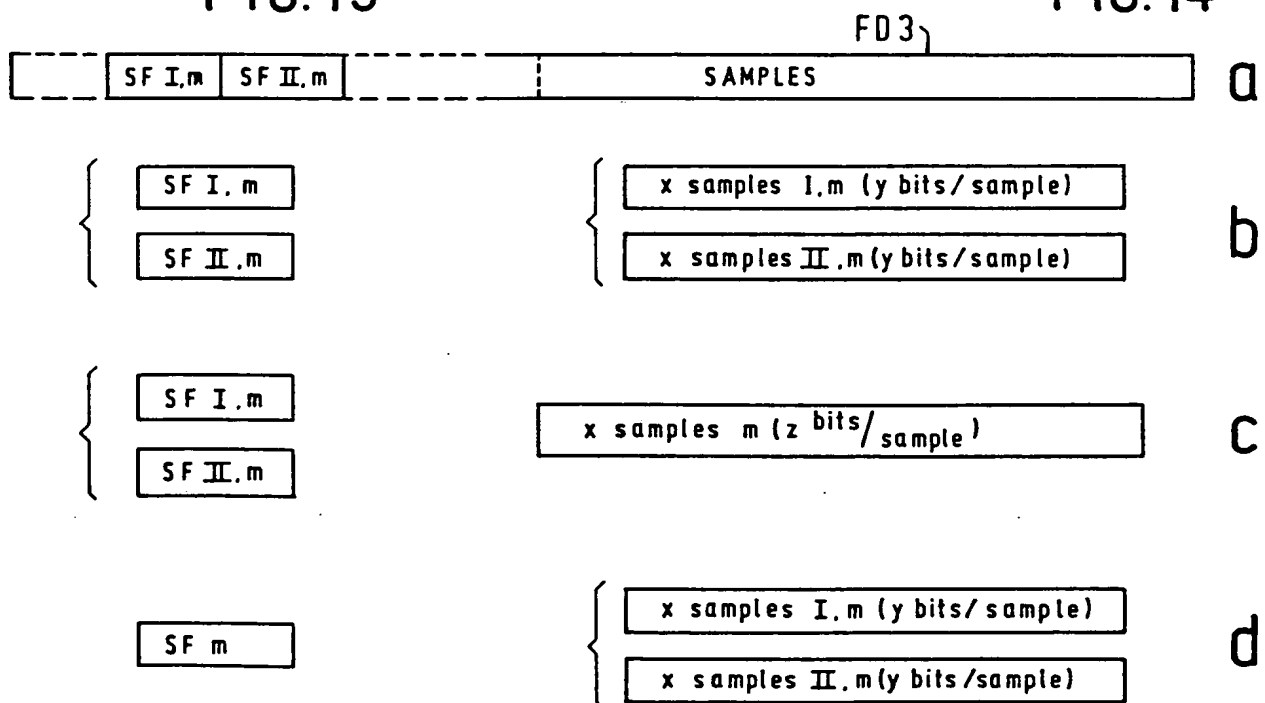


FIG. 15



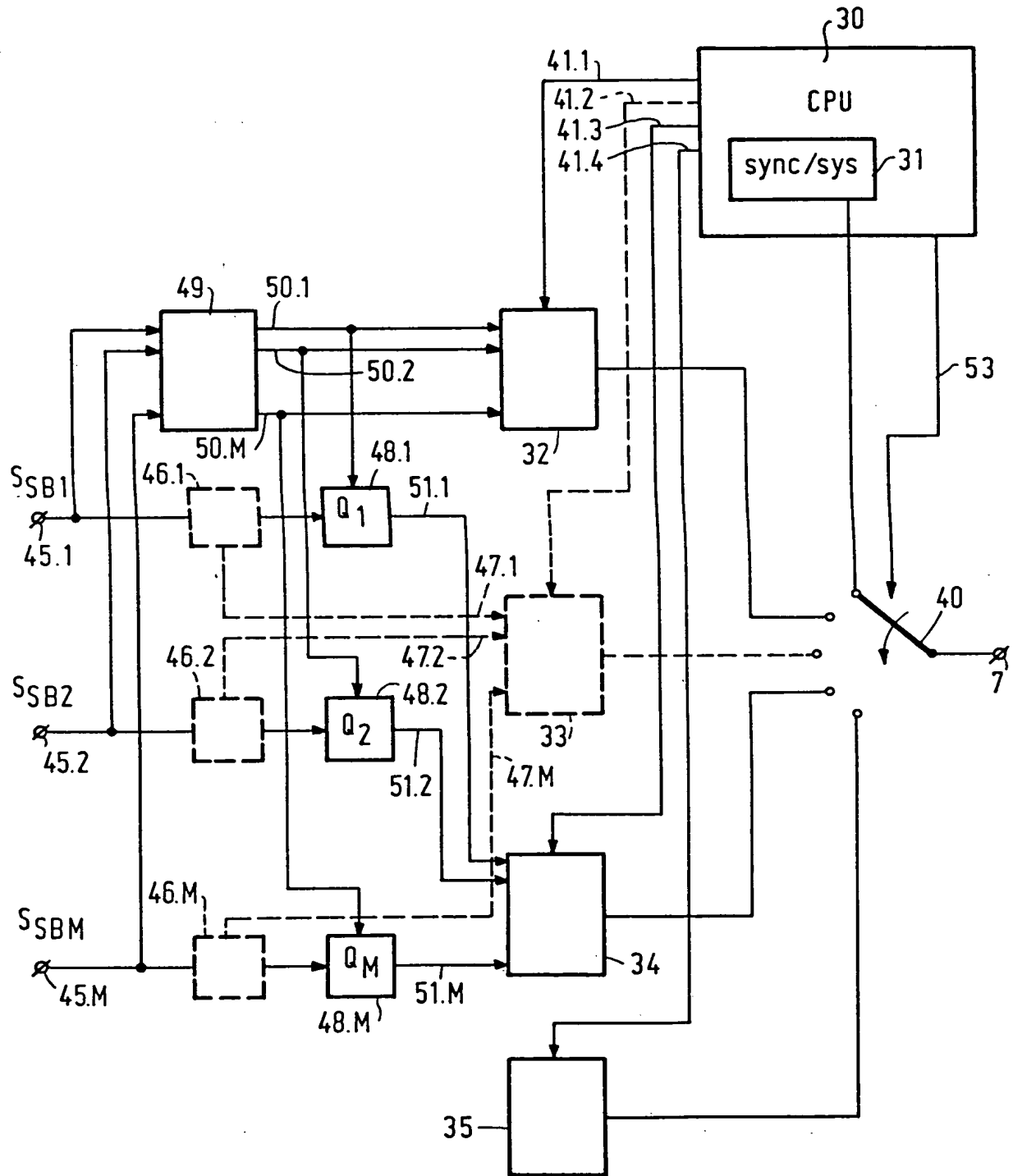


FIG. 16

7/10

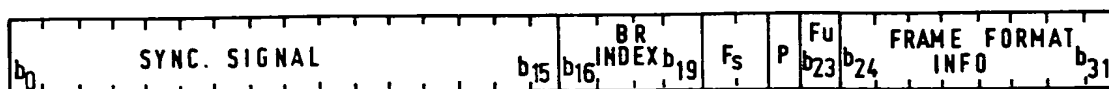


FIG.17

Bits 16 to 19 : bitrate index

BR bitrate (kbits/ sec.)	BR index	sample frequency Fs		
		48 kHz	44.1 kHz	32 kHz
		# slots	# slots	# slots
32	1	8	8	12
64	2	16	17	24
96	3	24	26	36
128	4	32	34	48
160	5	40	43	60
192	6	48	52	72
224	7	56	60	84
256	8	64	69	96
288	9	72	78	108
320	10	80	87	120
352	11	88	95	132
384	12	96	104	144
416	13	104	113	156
448	14	112	121	168
			+ padding	

Bits 20 and 21 : Sample Frequency

0 0	44.1 kHz
0 1	48 kHz
1 0	32 kHz
1 1	reserved

Bit 22 : padding bit

'1' if the frame contains a 'dummy' slot, Otherwise '0'

Bit 23 : Future Use

reserved for future use,  
'0' for the time being.

FIG.18

9000538

7-X - PHN13241

8/10



FIG.19

Bits 24 and 25 : Mode indication

0 0	stereo
0 1	intensity stereo
1 0	bilingual
1 1	mono

Bits 26 and 27 : Intensity stereo mode switches :

0 0	subbands	5 - 32	in intensity stereo mode
0 1	subbands	9 - 32	in intensity stereo mode
1 0	subbands	13 - 32	in intensity stereo mode
1 1	subbands	17 - 32	in intensity stereo mode

Bit 28 : Copyright	0	no copyright
	1	copyright protected

Bit 29 : Original/Home Copy	0	Copy
	1	Original

Bits 30 and 31 : Emphasis	0 0	no emphasis
	0 1	50/15 $\mu$ sec emphasis
	1 0	reserved
	1 1	CCITT J.17

FIG.20

Mono mode :

M = mono signal

slot 2:	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-7	M-8
slot 3:	M-9	M-10	M-11	M-12	M-13	M-14	M-15	M-16
slot 4:	M-17	M-18	M-19	M-20	M-21	M-22	M-23	M-24
slot 5:	M-25	M-26	M-27	M-28	M-29	M-30	M-31	M-32

FIG.21

9000338

9/10

Intensity Stereo mode :

L = left channel, R = right channel, M = mono signal

Switch bits (bits 26 and 27) are 0 0 :

slot 2:	L-1	R-1	L-2	R-2	L-3	R-3	L-4	R-4
slot 3:	M-5	M-6	M-7	M-8	M-9	M-10	M-11	M-12
slot 4:	M-13	M-14	M-15	M-16	M-17	M-18	M-19	M-20
slot 5:	M-21	M-22	M-23	M-24	M-25	M-26	M-27	M-28
slot 6:	M-29	M-30	M-31	M-32				

FIG. 22a

Switch bits are 0 1 :

slot 2:	L-1	R-1	L-2	R-2	L-3	R-3	L-4	R-4
slot 3:	L-5	R-5	L-6	R-6	L-7	R-7	L-8	R-8
slot 4:	M-9	M-10	M-11	M-12	M-13	M-14	M-15	M-16
slot 5:	M-17	M-18	M-19	M-20	M-21	M-22	M-23	M-24
slot 6:	M-25	M-26	M-27	M-28	M-29	M-30	M-31	M-32

FIG. 22b

Switch bits are 1 0 :

slot 2:	L-1	R-1	L-2	R-2	L-3	R-3	L-4	R-4
slot 3:	L-5	R-5	L-6	R-6	L-7	R-7	L-8	R-8
slot 4:	L-9	R-9	L-10	R-10	L-11	R-11	L-12	R-12
slot 5:	M-13	M-14	M-15	M-16	M-17	M-18	M-19	M-20
slot 6:	M-21	M-22	M-23	M-24	M-25	M-26	M-27	M-28
slot 7:	M-29	M-30	M-31	M-32				

FIG. 22c

Switch bits are 1 1 :

slot 2:	L-1	R-1	L-2	R-2	L-3	R-3	L-4	R-4
slot 3:	L-5	R-5	L-6	R-6	L-7	R-7	L-8	R-8
slot 4:	L-9	R-9	L-10	R-10	L-11	R-11	L-12	R-12
slot 5:	L-13	R-13	L-14	R-14	L-15	R-15	L-16	R-16
slot 6:	M-17	M-18	M-19	M-20	M-21	M-22	M-23	M-24
slot 7:	M-25	M-26	M-27	M-28	M-29	M-30	M-31	M-32

FIG. 22d

9000338

9-X - PHN 13241

